

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела, геологии и геотехнологий  
(институт)  
Геологии месторождений и методики разведки  
(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ В.А.Макаров  
подпись      инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

21.05.02.02 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические  
изыскания»  
(код и наименование специальности)

Проект на дополнительные гидрогеологические исследования для разработки  
рекомендаций по снижению водопритока в горные выработки рудника  
«Октябрьский»  
(тема)

Особенности химического состава рудничных вод  
(спецвопрос)

Пояснительная записка

Выпускник \_\_\_\_\_  
подпись, дата

К.М. Шкредова  
инициалы, фамилия

Руководитель \_\_\_\_\_  
подпись, дата

Ю.Б. Дворецкая  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер \_\_\_\_\_  
подпись, дата

Д.А.Внуков  
инициалы, фамилия

Красноярск 2018

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела, геологии и геотехнологий

(институт)

Геологии месторождений и методики разведки

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ В.А.Макаров

подпись      инициалы, фамилия

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г

**ЗАДАНИЕ**  
**НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**  
**в форме дипломного проекта**

Студенту: Шкредовой Ксении Максимовне

Группа: ГИГ13-03

Специальность: 21.05.02.02 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»

Тема выпускной квалификационной работы: «Проект дополнительных гидрогеологических работ для разработки рекомендаций по уменьшению водопритока в рудник «Октябрьский».

Утверждена приказом по университету

Руководитель ВКР: Ю.Б. Дворецкая к.г.-м.н. доцент каф. ГМиМР ИГДГиГ СФУ.

Исходные данные для ВКР: отчет ООО «Норильскгеология» о результатах гидрогеологических работ по разведочной скважине ГО-1, 2014 г; отчет «Комплексная гидрогеологическая и инженерно-геологическая съемка масштаба 1:200 000, 2000 г; проект «Комплекс полевых и лабораторных гидрогеологических исследований, сопровождение ОФР, ГИС и бурения наблюдательных скважин в районе рудника «Октябрьский».

Перечень рассматриваемых вопросов (разделов ВКР): геологическая часть, специальная часть, методическая часть, буровые работы, экономическая часть, охрана труда и окружающей среды.

Перечень графического или иллюстративного материала с указанием основных чертежей, плакатов: обзорная геологическая карта района, масштаб 1:50 000; гидрогеологическая карта района, масштаб 1:100 000; гидрогеологическая карта участка работ, масштаб 1:10 000; особенности химического состава рудничных вод; лист опытно-фильтрационных работ; геолого-технический наряд на бурение скважин глубиной 600 м, масштаб 1:1000; технико-экономические показатели проектируемых работ.

# Календарный график выполнения ВКР

Наименование и содержание этапа (раздела)	Срок выполнения
Геологическая часть	27.03.2018 – 15.04.2018
Специальная часть	10.04.2018 – 13.05.2018
Методическая часть	14.04.2018 – 21.05.2018
Буровые работы	12.05.2018 – 22.05.2018
Экономическая часть	15.05.2018 – 31.05.2018
Охрана труда и окружающей среды	7.05.2018 – 14.05.2018

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Ю.Б. Дворецкая

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_  
(подпись)

К.М. Шкредова

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме: «Проект дополнительных гидрогеологических работ для разработки рекомендаций по уменьшению водопритока в рудник «Октябрьский» содержит 108 страниц текстового документа, 34 использованных источников, 7 листов графического материала.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЙОНЕ РАБОТ, СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ, ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ, ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

Объект работ – рудник «Октябрьский», Таймырский автономный округ (окружной центр – г. Дудинка), Красноярский край.

Целевым назначением проектируемых работ является оценка современных гидрогеологических условий и фильтрационных параметров геологического разреза участка шахтных стволов ГС-ВЗС-ВСС рудника «Октябрьский».

По результатам выполнения проектируемых работ ожидается получение современных гидрогеологических параметров в пределах горного отвода рудника, интерпретация полученных данных, составление отчета и проделанных работах.

Затраты на выполнение работ составят 45 651 693,4 рублей. Проектный срок выполнения работ 9 месяцев.

## СОДЕРЖАНИЕ

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ.....	8
ВВЕДЕНИЕ.....	10
1 Общая часть .....	12
1.1 Экономический очерк.....	12
1.2 Климатические условия.....	14
1.3 Физико-географические условия.....	15
1.4 Обзор, анализ и оценка геологической, гидрогеологической и геофизической изученности района.....	16
1.5 Геологическая и гидрогеологическая характеристика района.....	19
1.5.1 Геологическая характеристика района .....	19
1.5.2 Геоморфологические условия.....	29
1.5.3 Гидрогеологические условия.....	30
2 Специальная часть .....	36
2.1 Анализ ранее проведенных исследований .....	36
2.2 Обоснование выбора участка проектируемых работ .....	39
2.3 Гидрогеологические условия участка проектируемых работ .....	39
2.4 Особенности химического состава рудничных вод .....	43
3 Проектная часть .....	51
3.1 Целевое назначение и задачи проектируемых работ .....	51
3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ и методика их выполнения .....	52
3.2.1 Подготовительный период.....	53
3.2.2 Рекогносцировочное обследование .....	53
3.2.3 Бурение гидрогеологических скважин .....	53
3.2.4 Вспомогательные работы, сопутствующие бурению .....	60
3.2.5 Предупреждение и ликвидация аварий .....	62
3.2.6 Геофизические исследования в скважинах .....	63
3.2.7 Опытнo-фильтрационные работы .....	65
3.2.8 Режимные наблюдения.....	66
3.2.9 Гидрохимическое опробование .....	67
3.2.10 Лабораторные работы.....	67
3.2.11 Топографo-геодезические работы .....	67
3.2.12 Камеральные работы .....	68
3.3 Мероприятия по охране окружающей среды.....	69
3.3.1 Воздействие на атмосферу .....	70
3.3.2 Воздействие на гидросферу .....	72

3.3.3 Воздействие на растительный и животный мир .....	72
3.3.4 Утилизация отходов .....	73
3.3.5 Мероприятия по охране окружающей среды .....	73
3.4 Мероприятия по охране труда .....	74
3.4.1 Мероприятия по безопасности движения.....	75
3.4.2 Мероприятия на буровых работах.....	76
3.4.3 Мероприятия по пожарной безопасности .....	76
4 Производственно-техническая часть .....	77
4.1 Подготовительный период и проектирование работ .....	77
4.1.1 Рекогносцировочное обследование .....	77
4.2 Полевые работы .....	78
4.2.1 Бурение гидрогеологических скважин .....	78
4.2.2 Геофизические исследования в скважинах .....	81
4.2.3 Опытнo-фильтрационные работы .....	81
4.2.4 Режимные наблюдения .....	82
4.2.5 Гидрохимическое опробование .....	82
4.2.6 Лабораторные работы.....	82
4.2.7 Топографo-геодезические работы .....	83
4.3 Организация и ликвидация полевых работ .....	83
4.4 Камеральные работы .....	83
4.5 Транспортировка грузов и персонала .....	88
4.6 Календарный график выполнения геологического задания.....	88
4.7 Техникo-экономические показатели (ТЭП).....	88
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	90
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	91

ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»  
Институт Горного Дела Геологии и Геотехнологии  
Горно-геологический факультет  
Кафедра ГМиМР

УТВЕРЖДАЮ»  
Зав. Кафедрой ГМиМР

\_\_\_\_\_ В. А. Макаров

Раздел плана: разведочные работы

Полезное ископаемое: подземные воды

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г

Наименование объекта: рудник «Октябрьский»

Местонахождения объекта: Норильский промышленный район Красноярского края

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Проект дополнительных гидрогеологических работ для разработки рекомендаций по уменьшению водопритока в рудник «Октябрьский».

Основание выдачи геологического задания: Учебный рабочий план специальности 21.05.02.02 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания».

### **1. Целевое назначение работ; пространственные границы объекта; основные оценочные параметры.**

1.1 Целевым назначением проектируемых работ является оценка современных гидрогеологических условий и фильтрационных параметров геологического разреза участка шахтных стволов ГС-ВЗС-ВСС рудника «Октябрьский».

1.2 Пространственные границы объекта: Красноярский край, Таймырский автономный округ.

1.3 Основные оценочные параметры.

Соответствие состава и объемов выполняемых работ проектно-сметной документации, действующим нормативно-правовым актам, стандартам, приказам и распоряжениям Минприроды и Роснедра в области геологического изучения и пользования недрами.

Перечень нормативно-правовых и методических документов, регламентирующих выполнение работ:

- Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов месторождений твердых полезных ископаемых. Медные руды. МПР России, 2007 г;

- ГОСТ Р 53579-2009. Отчет о геологическом изучении недр. Общие требования к содержанию и оформлению. Ростехрегулирование, 2009 г;

- Временное положение о порядке проведения геологоразведочных работ по этапам и стадиям (подземные воды). ГИДЭК, 1998 г.

### **2. Геологические задачи, последовательность и основные методы их решения.**

2.1 Основные геологические задачи:

- определение фильтрационных параметров водоносных горизонтов;

- определение химического состава подземных вод;

- определение современного положения уровней подземных вод основных водоносных горизонтов;



- установление мощности и характера геокриологического состояния горных пород;

- уточнение литологического состава горных пород, выявление участков тектонических нарушений.

## 2.2 Основные методы решения геологических задач:

- сбор, анализ и обобщение данных предшествующих работ;
- рекогносцировочное обследование территории;
- бурение гидрогеологических скважин;
- геофизические исследования в скважинах (ГИС);
- опытно-фильтрационные работы (ОФР);
- режимные наблюдения;
- гидрохимическое опробование;
- топографо-геодезические работы;
- лабораторные работы;
- камеральная обработка полученных материалов.

## 3. Ожидаемые результаты и сроки выполнения работ.

3.1 Ожидаемые результаты: получение современных гидрогеологических параметров геологического разреза рудника «Октябрьский», интерпретация полученных данных.

3.2 Сроки выполнения работ: март 2018 г – ноябрь 2018 г.

Руководитель проекта \_\_\_\_\_ Ю.Б. Дворецкая

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящим проектом предусматривается проведение гидрогеологических работ на промышленной площадке рудника «Октябрьский» с целью оценки современных гидрогеологических условий и фильтрационных параметров геологического разреза участка шахтных стволов ГС-ВЗС-ВСС.

В административном отношении участок работ относится к Таймырскому автономному округу Красноярского края.

Рудник «Октябрьский» ведет отработку северо-западного участка Октябрьского месторождения медно-никелевых руд. Рудником добываются руды трех промышленных типов: богатые (сплошные, массивные), медистые и вкрапленные.

Многолетняя отработка рудных залежей привела к изменению горно-геологических условий месторождения, вследствие чего отмечается тенденция к увеличению естественного водопритока в горные выработки рудника и дренаж вышележающих водоносных горизонтов. С ростом водопритока самая негативная ситуация сложилась во вспомогательно-скиповом стволе (ВСС) рудника после отработки предохранительного целика ствола. В течение короткого периода времени произошло увеличение водопритока (с 10 до 500 м<sup>3</sup>/час), в результате чего ствол был признан аварийным и выведен из эксплуатации. Предварительный анализ ситуации показал, что наибольшая часть подземных вод поступает в ствол из водоносного горизонта, приуроченного к карбонатно-галогеновым отложениям верхнего и среднего девона.

Таким образом, задача прогноза и ликвидация водопритоков приобрела в настоящее время немаловажное значение. Отработка рудной залежи в предохранительных целиках стволов ГС-ВЗС-ВСС требует систематического прогноза изменения гидрогеологических условий, однако по данным, полученным при разведке месторождения, сделать это не представляется возможным. Это связано с тем, что условия вследствие осадки массива горных пород изменились, и, с большой долей вероятности, не в лучшую сторону.

В 2014-2016 годах учреждением науки ФГБУН Горный институт Уральского отделения Российской Академии наук выполнялись научно-исследовательские работы по теме «Изучение гидрогеологических условий в районе шахтных стволов ГС-ВЗС-ВСС рудника «Октябрьский». Разработка рекомендаций по снижению водопритоков в горные выработки при ведении горных работ». Целевым назначением работы являлось построение гидродинамической модели исследуемого участка, разработка мероприятий по поддержанию стволов ГС-ВЗС-ВСС в рабочем состоянии и снижение поступления или отведения подземных вод из околоствольного пространства.

По результатам работы была определена необходимость бурения ряда гидрогеологических скважин для уточнения современных

гидрогеологических условий рудника «Октябрьский». Результаты научно-исследовательской работы легли в основу настоящего дипломного проекта.

Целевым назначением проектируемых работ является изучение гидрогеологических параметров водоносных зон, которые участвуют в обводнении месторождения, их взаимосвязь с другими горизонтами и поверхностными водотоками, составление природной гидрогеологической модели, а так же расчет водопритоков в рудник. Для решения поставленных задач будет выполнен комплекс работ, рассматриваемый в данном проекте.

## **1 Общая часть**

### **1.1 Экономический очерк**

Район работ расположен в северной части Красноярского края, административно входит в состав Таймырского автономного округа, окружным центром является г. Дудинка. Обзорная схема района работ представлена на рисунке 1.1.

Основным населенным пунктом Норильского промышленного района (НПР) является г. Норильск (148,9 тыс. жителей), находящийся в 90 км к востоку от г. Дудинка и связанный с ним железной и шоссейной дорогами. В 25 км северо-восточнее г. Норильска расположен г. Талнах (67,5 тыс. жителей), связанный с г. Норильском шоссейной, а также одноколейной железной дорогами. В 27 км западнее г. Норильска находится город Кайеркан (26,8 тыс. жителей), сообщение с которым также осуществляется по железной и шоссейной дорогам. В 8 км на северо-восток от г. Норильска расположен район Оганер, входящий в состав г. Норильска.

Основное промышленное предприятие НПР - крупнейший в России горно-металлургический комбинат, добывающий и перерабатывающий медно-никелевые руды – ПАО ГМК «Норильский никель». Рудная база комбината состоит из месторождений богатых, медистых и вкрапленных медно-никелевых руд: Норильск-1, Талнахского и Октябрьского.

Топливо-энергетический комплекс НПР включает в себя газовую и энергетическую промышленность. Добыча природного газа осуществляется АО «Норильскгазпром» на Мессояхском и Соленинском газоконденсатных месторождениях, расположенных в 300 км западнее г. Норильска.

Угольную промышленность представляет Кайерканское каменноугольное месторождение, разрабатываемое открытым способом. Уголь используется в технологическом процессе на Надеждинском металлургическом заводе.

Агропромышленный комплекс представлен совхозом «Норильский» мясо-молочного направления, а также Госпромхозом «Таймырский», занятым добычей диких оленей, пушного зверя, куропаток и рыбы.

Связь с центральными районами России осуществляется авиатранспортом через аэропорт «Алыкель», расположенный между городами Норильск и Дудинка. Доставка грузов производится через порт Дудинка по Севморпути круглогодично, а в летний период, кроме того, по реке Енисей.

Хозяйственно-питьевое водоснабжение городов осуществляется за счет подземных вод Ергалахского, Талнахского и Амбарнинского месторождений, на которых обустроены и эксплуатируются водозаборы подземных вод, а также за счет поверхностных вод р. Норильской. Кроме того, разведано месторождение подземных вод в долине ручья Шумный и Вальковское месторождение минеральных вод, проведены поисково-оценочные работы в долине р. Хараелах.





1 – Шосейные дороги с асфальтовым покрытием; 2 – грунтовые насыпные дороги; 3 – тракторно-вездеходные дороги; 4 – линии электропередачи; 5 – район работ.

Рисунок 1.1 - Обзорная схема района работ



## 1.2 Климатические условия

Климат района резко континентальный и характеризуется отрицательной среднегодовой температурой воздуха, в среднем равной по району  $-9,8^{\circ}\text{C}$ . Зима длительная и суровая, продолжительность периода с отрицательными температурами составляет 240-250 дней (с октября по май), причем в течение 4-5 месяцев среднемесячная температура воздуха ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ . Средняя температура воздуха для холодного периода колеблется в пределах  $-17-19^{\circ}\text{C}$ . Самый холодный месяц - январь (до  $-54^{\circ}\text{C}$  при средней температуре до  $-30^{\circ}\text{C}$ ). Лето короткое, холодное и дождливое. Продолжительность безморозного периода составляет 115-120 дней (с июня по сентябрь). Средняя температура воздуха составляет  $12-14^{\circ}\text{C}$ . Самый теплый месяц - июль (до  $32^{\circ}\text{C}$  при среднемесячной температуре  $17,0-17,5^{\circ}\text{C}$ ). Таким образом, амплитуда колебаний температуры в течение года достигает  $86^{\circ}\text{C}$ .

Наименьшая влажность воздуха наблюдается зимой 0,2 мб (декабрь, февраль); в июле она достигает 12,4 мб; месячный дефицит воздуха колеблется от 0,1 до 7,8 мб. Относительная влажность воздуха сравнительно низкая и в целом по району не превышает 68-78 %.

Годовое количество осадков по району составляет 320-970 мм. Число дней с осадками изменяется от 143 до 195. Количество выпавших осадков существенно зависит от местоположения тех или иных участков и увеличивается с высотой местности.

Устойчивый снежный покров ложится в третьей декаде сентября и сходит в первой половине июня; продолжительность его существования 260-270 дней. Высота снежного покрова в горной части района колеблется в пределах 0,4-0,8 м, а в ущельях, у подножий гор и в равнинной части территории может достигать 8-9 м.

Преобладающие направления ветра в зимний период - юго-восточное и восточное, в летний период - северо-восточное и северное. Среднемесячная скорость ветра может достигать 9,4 м/с, в среднем составляя около 7 м/с, максимальная - до 30 м/с и более.

Полярная ночь длится с 26 ноября по 13 января, полярный день - с 20 мая по 20 июля.

Средняя величина атмосферного давления равна 751 мм рт. ст. Амплитуда колебания месячных величин составляет 50-60 мм рт. ст, суточных - 20 мм рт. ст.

Годовая величина испарения с водной поверхности составляет 200-300 мм.

Район относится к тундровому типу ландшафтов, который подразделяется на три подтипа: моховые и лишайниковые тундры, кустарничковые тундры и лесотундры. Моховые и лишайниковые тундры с кислым классом водной миграции развиты преимущественно в горной части района. Кустарничковые тундры и лесотундры с кислым глеевым классом

водной миграции развиты в равнинной части района, а также в котлованах крупных озер.

### 1.3 Физико-географические условия

Основными орографическими элементами исследуемого района являются плато Хараелах и Норильское, входящие в состав Среднесибирского плоскогорья и разделяющая их Норильско-Рыбнинская долина. Абсолютные отметки поверхности Норильского плато изменяются от 200 до 683 м; наибольшие абсолютные отметки имеют г. Гудчиха (683 м), г. Ергалах (648 м), г. Обрыв (589 м), г. Шмидтиха (514 м). Абсолютные отметки плато Хараелах составляют 400-767 м; наивысшую абсолютную отметку имеет г. Листвянка (767 м). Эрозионный врез рек и озер на плато достигает 100-380 м.

Гидрографическая сеть рассматриваемого района сформировалась в давние геологические эпохи, о чем свидетельствуют хорошо разработанные речные долины, наличие террас, а также глубокая эрозийная врезанность русел. В орографическом отношении изучаемый район находится на северо-западной окраине Среднесибирского плоскогорья, северную часть которого занимают горы Путорана и Тунгусское плато. К северо-западной части плато примыкает Приенисейская террасовая равнина, среди которой поднимаются останцевые пластово-трапповые горы, в их числе и хребет Лонтокойский Камень. Мощность многолетнемерзлых пород на Приенисейской равнине составляет 200-400 м, толщина оттаивающего слоя грунта колеблется от нескольких десятков сантиметров до 3-4 м. На равнине и склонах гор имеется ряд источников, питающихся подземными водами, некоторые из них характеризуются большим дебитом до 100 л/с и более. Часть поверхности равнины и склоны прилегающих к ней гор залесены лиственницей, редкостойный лес поднимается до отметки 500 м, наиболее высокая часть хребта Лонтокойский Камень занята мохово-лишайниковой тундрой. От гор Путорана этот хребет отделен тектонической депрессией, так называемой «Норильской долиной», всхолмленное дно которой сложено ледниковыми отложениями с высотными отметками в пониженной части от 50 до 100 м, а по краям до 200 м и более. По дну тектонической депрессии, по наиболее низкой ее части, протекает р. Норилка, наибольший приток озера Пясино, ее длина 57 км, площадь водосбора 20 тыс. км<sup>2</sup>. Водотоки, протекающие по данной территории, находятся в Норильском гидрологическом районе, охватывающем часть горно-тундровой природной зоны. Естественный рельеф местности холмисто-увалистый с повсеместным распространением многолетней мерзлоты. Речная сеть в пределах рассматриваемого района хорошо, густота речной сети составляет 0,6-0,7 км/км<sup>2</sup>. Речные долины рек этого района выражены, течение спокойное, в местах выхода коренных пород могут появляться пороги и перекаты, течение воды становится быстрым и сбойным. Руслу врезаны, берега частично заболочены.

Для этой части Среднесибирского плоскогорья характерно наличие множества озер, различных по величине и происхождению. Широкое распространение имеют термокарстовые озера, образовавшиеся в результате нарушения термических условий мерзлых грунтов и таяния заключенного в них льда. Озера такого происхождения обычно имеют небольшие размеры и округлую форму и приурочены преимущественно к плоским водоразделам и заболоченным поймам рек. Менее распространены ледниковые и ледниково-тектонические озера, последние выделяются из всех своими размерами и глубиной. Тектонические озера занимают сравнительно глубокие котловины, сильно измененные эрозией, солифлюкцией и другими факторами денудации. Ледниковые озера в отличие от термокарстовых водоемов являются проточными или сточными. Наибольшим ближайшим таким озером является Пясино с площадью зеркала 735 км<sup>2</sup> и площадью водосбора 24 тыс. км<sup>2</sup>. В него впадают реки Норилка, Амбарная, Щучья и другие реки и ручьи различного порядка. В пойменных долинах большинства рек встречаются пойменные озера, они обычно мелкие и небольшие.

Суровый континентальный климат, превышение количества осадков над испарением и повсеместное распространение многолетней мерзлоты, способствуют развитию болотообразовательного процесса, заболоченность отдельных бассейнов рек может составлять 5-8 %. Болотами заняты приозерные депрессии, понижения между возвышенностями и плоские участки местности. Породы скованные многолетней мерзлотой, под воздействием водной эрозии и термокарста разрушились, просевшие участки болот превратились в мочажины или озерки, которые со временем, соединяясь между собой, образуют единую систему стока воды. Высота плоских бугров над мочажинами в разных местах различна и может составлять от 0,3 м до 4 м.

Фауна представлена всеми видами, обитающими в лесотундровой зоне: олени, волки, медведи, песцы, горностаи, белки. Из птиц круглогодично обитает полярная куропатка, летом прилетают водоплавающие. В реках и озерах водятся многочисленные виды рыб: сибирский осётр, стерлядь, таймень, нельма, чир, пелядь, ряпушка, сиг, хариус, корюшка, щука, налим, голец сибирский и др.

#### **1.4 Обзор, анализ и оценка геологической, гидрогеологической и геофизической изученности района**

Первые общие сведения о геологическом строении района были получены в результате маршрутных исследований А.Ф. Миддендорфа (1842 г), Н.Н. Урванцева (1919-1929 гг), Т.М. Емельянцева (1935 г), Н.В. Вассоевича (1939 г), В.Ф. Маркова (1939 г), Ю.А. Спейта и Г.И. Комарова (1940-1941 гг). В результате этих работ все породы района разделены на группы: нижнесилурийские, верхнесилурийские, девонские, тунгусские, эффузивно-туфогенные, четвертичные. Среди интрузивных



пород выделены диабазы, габбро-диабазы, диабазовые порфиристы. Тектонические нарушения разделены на дотрапповые, трапповые и пострапповые. Среди полезных ископаемых отмечены выходы каменных углей, описан ряд интрузивных образований с проявлением сульфидного оруденения.

Геологическая съемка масштаба 1:200 000 в описываемом районе была проведена в 1958–1966 гг геологами научно-исследовательского института геологии Арктики (НИИГА). Основным результатом явилось выделение ряда перспективных участков. В 1969 г была составлена геологическая карта масштаба 1:200 000 Норильского района и прилегающих территорий.

Основной значимой работой последних лет следует считать отчет Б.М. Струнина «Геологическое строение и полезные ископаемые Норильского района» 1987 г [32]. Основой для построения гидрогеологической карты являлась данная геологическая карта масштаба 1:200 000.

Начало геофизических исследований ознаменовалось региональными гравиметрическими работами масштаба 1:1 000 000 (А.М. Веселов, КГУ, 1945-1947 гг), которыми покрыта вся территория с целью изучения глубинного геологического строения и выяснения нефтегазоносности территории.

Региональные аэромагнитные съемки масштаба 1:200 000 ведутся на территории, начиная с 1949 года. Основными результатами аэромагнитных съемок являются картирование вулканогенных образований, выявление зон глубинных разломов и других тектонических нарушений, выделение участков, перспективных на обнаружение дифференцированных интрузивных тел.

К региональным сейсмическим исследованиям на территории Норильского района, следует отнести глубинное сейсмозондирование, проведенное в период с 1976-1987 гг, которое позволило установить направление глубинных разломов, расчленить разрез коры на осадочный чехол, гранитогнейсовый комплекс и базальтовую оболочку.

В начале 50-х годов для гидрогеологических работ в практику поисков пресных подземных вод и выяснения мерзлотной обстановки, Норильской комплексной геологоразведочной экспедицией (НКГРЭ) был широко внедрен комплекс электроразведочных методов, включающих симметричное электропрофилирование (СЭП) и вертикальные электрические зондирования (ВЭЗ).

В 1980-1990 гг институтом «Норильскпроект» выполнены инженерно-геологические изыскания вдоль трассы Норильск-Дудинка с целью изучения литологического разреза, геотермических и гидрогеологических условий по трассе. Изыскания включали электро- и магниторазведку. По материалам электроразведки определена мощность сезонного слоя оттаивания, выявлены положения и размеры надмерзлотных и сквозных таликов.

С целью создания геофизической основы для проведения геологических и гидрогеологических исследований масштаба 1:200 000, начиная с 1993 года, выполнялись аэроэлектроразведочные работы масштаба 1:100 000 методом дипольного индуктивного профилирования в аэроварианте (ДИП-А) в комплексе с аэромагнитной съемкой [28,29]. По материалам электроразведочных работ ДИП-А определены контуры таликов, площади распространения мощных многолетнемерзлых пород, и оценена их мощность.

На участках, не закрытых аэросъемкой ДИП-А, важную роль играет наземный комплекс работ (ВЭЗ, СЭП), о котором сказано выше. Здесь следует отметить мерзлотную съемку МГУ масштаба 1:10 000, где с помощью площадных ВЭЗ и СЭП были успешно оконтурены талики и зоны многолетней мерзлоты и определена их мощность [17].

Гидрогеологические исследования в Норильском районе проводились в значительном объеме как непосредственно на месторождениях подземных вод, так и на других объектах, в связи с решением гидрогеологических задач (захоронение промстоков, прогноз и ликвидация водопритоков в горные выработки, изучение загрязнения подземных вод и т.д.).

В 1956-1958 гг попутно с поисками медно-никелевых руд, в районе р. Ергалах проведена гидрогеологическая съемка масштаба 1:100 000 [26].

В 1962-1963 гг в районе Талнахского медно-никелевого месторождения проведена геологическая съемка масштаба 1:10 000 и гидрогеологическая съемка масштаба 1:25 000 [33]. Составлены гидрогеологическая и мерзлотная карты масштаба 1:25 000.

В 1964-1965 гг в правобережной части долины р. Норильской проведена гидрогеологическая съемка масштаба 1:200 000. В результате работ составлены гидрогеологическая карта масштаба 1:200 000 [16].

Помимо гидрогеологических работ, проводимых в связи с поисками и разведкой месторождений твердых полезных ископаемых, осуществлялись работы по поискам и разведке месторождений подземных вод. Среди них следует отметить поисковые работы на воду в долине р. Листвянки и гряды Лесной в 1966-1968 гг для водоснабжения Талнахского промышленного комплекса и работы по разведке подземных вод и оценке эксплуатационных запасов Талнахского месторождения подземных вод в 1965-1971 гг [30].

В 1974 году завершены работы по оценке эксплуатационных запасов Ергалахского месторождения подземных вод, а в 1976-1978 гг проведены предварительная и детальная разведки Амбарнинского месторождения подземных вод [26].

С 1970 года Норильской комплексной геологоразведочной экспедицией (НКГРЭ) велись режимные наблюдения на всех месторождениях подземных вод, изучение качества подземных вод и т.д. Работы сопровождались выпуском информационных отчетов (ежегодников) и сводных отчетов, последний из которых завершил указанные работы в 1995 году [22].

В 1986 г были завершены работы по изучению гидрогеологических условий эксплуатации Талнахского и Ергалахского месторождений подземных вод [25].

В 1992-1993 гг Норильской и Заполярной комплексными геологоразведочными экспедициями проведены поисково-оценочные работы на минеральные воды. По результатам работ были утверждены эксплуатационные запасы Вальковского месторождения.

В 1991-1992 гг были проведены работы по оценке эксплуатационных запасов пресных подземных вод на месторождении ручья Шумного [25].

С 1995 г и по настоящее время в рамках проекта «Ведение мониторинга геологической среды в Норильском промышленном районе» (МГС) ведутся работы по изучению режима подземных вод и их техногенного загрязнения [19, 20].

В 1996-1997 гг Заполярной комплексной геологоразведочной экспедицией проведены работы по проекту «Поиски и поисково-оценочные работы в долине р. Хараелах на пресные подземные воды в период 1996-1997 гг» [21]. В результате работ подсчитаны эксплуатационные запасы подземных вод нижнечетвертичного и нижнетриасового водоносного комплекса, отнесенные к категории  $C_2$ .

В 1997 году проведены работы по проекту «Гидрогеологические исследования на Талнахском и Ергалахском месторождениях подземных вод с переоценкой запасов на участках действующих водозаборов по состоянию на 01.01.97 г» [34]. В результате работ выявлены закономерности питания водоносных горизонтов, величины восполнения запасов, подсчитаны эксплуатационные запасы подземных вод действующих водозаборов.

Одной из значимых региональных гидрогеологических работ, выполненных в последнее время, является комплексная гидрогеологическая и инженерно-геологическая съемка масштаба 1:200 000 [24]. В результате проведенных в 1993-1999 гг. работ составлены схемы тектонического, геокриологического и гидрогеологического районирования масштаба 1:200 000.

## **1.5 Геологическая и гидрогеологическая характеристика района**

### **1.5.1 Геологическая характеристика района**

В геологическом строении района принимают участие комплексы карбонатных, терригенных пород, характеризующие морские, континентальные и переходные между ними обстановки осадконакопления. Весьма широко развиты магматические образования, представленные эксплозивной, эффузивной и интрузивной фациями. Стратиграфический разрез представлен отложениями силурийской, девонской, каменноугольной, пермской, триасовой и четвертичной систем.

### 1.5.1.1 Стратиграфия

Описание стратиграфических подразделений приведено в соответствии с ныне принятой опорной легендой геологической карты масштаба 1:50000 Норильской серии листов. Геологическая карта района представлена в приложении Б.

#### *Силурийская система (S)*

Силурийская система представлена отложениями нижнего и верхнего отделов.

#### *Нижний отдел ( $S_1$ )*

Нижнесилурийские отложения представлены толщей сульфатно-карбонатно-терригенных пород.

*Омнутахская свита ( $S_{1om}$ )* по литологическим особенностям разделяется на три подсвиты. Общая мощность свиты составляет 117-205 м.

*Нижнеомнутахская подсвита ( $S_{1om1}$ )* представлена серо-зелеными аргиллитами. Мощность подсвиты 27-50 м.

*Среднеомнутахская подсвита ( $S_{1om2}$ )* сложена глинистыми, доломитизированными зеленовато-серыми известняками и аргиллитами. Мощность 46-99 м.

*Верхнеомнутахская подсвита ( $S_{1om3}$ )*. Отложения подсвиты представлены глинистыми, доломитизированными зеленовато-серыми, местами пестроцветными известняками, аргиллитами и мергелями. Мощность подсвиты 45-54 м.

*Хюктинская свита ( $S_{1hk}$ )* представлена комковатыми и доломитизированными известняками с желваками и стяжениями черных кремней. Мощность свиты 60-95 м.

#### *Верхний отдел ( $S_2$ )*

Верхнесилурийские отложения представлены толщей сульфатно-карбонатно-терригенных пород, согласно перекрывающих хюктинские образования нижнего силура.

В верхнем отделе выделяются макусская и постническая свиты общей мощностью 150-200 м.

*Макусская свита ( $S_{2mk}$ )* согласно перекрывает хюктинские отложения и подразделяется на две подсвиты.

*Нижнемакусская подсвита ( $S_{2mk1}$ )* представлена переслаиванием сероцветных доломитистых известняков и зеленовато-серых мергелей. Мощность - 40-48 м.

*Верхнемакусская подсвита ( $S_{2mk2}$ )* сложена сероцветными доломитами, комковатыми и оолитовыми известняками с прослоями мергелей, карбонатных брекчий и ангидритов. Мощность подсвиты - 30-56 м.

*Постническая свита ( $S_{2ps}$ )* представлена доломитами, ангидритами, черными и зеленовато-серыми мергелями, реже аргиллитами, либо сероцветными доломитами с пропластками мергелей, обломочных и брекчиевидных доломитов. Мощность 74-79 м.

### *Девонская система (D)*

Граница между силурийской и девонской системами в разрезах района работ принята на уровне основания ямпахтинской свиты.

Разрез девона в Норильском районе довольно детально изучен как по керну буровых скважин, так и в естественных обнажениях, что позволило принять выделенные здесь свиты в качестве одноименных стратотипов региональных горизонтов. Морские, лагунно-морские, лагунно-континентальные отложения системы представлены тремя отделами, возраст которых обоснован многочисленными палеонтологическими остатками.

Девонские отложения пользуются повсеместным распространением и представлены всеми тремя отделами, включающими в себя ямпахтинскую, хребтовскую, зубовскую, курейскую разведочнинскую, мантуровскую, юктинскую, нахохозскую свиты и североталнахскую свиту каларгонской серии.

#### *Нижний отдел ( $D_1$ )*

*Ямпахтинская свита ( $D_{1jm}$ )* согласно залегает на отложениях силура и представлена массивными и грубослоистыми доломитами и ангидритами, мергелями, алевролитами и карбонатными брекчиями. Мощность свиты 56-62 м.

*Хребтовская свита ( $D_{1hr}$ )* сложена тонкоритмичнослоистыми зеленоватыми и темно-серыми мергелями, аргиллитами, доломитами и ангидритами. Иногда в верхней части встречаются тонкие пропластки красно-коричневых мергелей. В основании - прослои доломитов и аргиллитов. Мощность - 52-88 м.

*Зубовская свита ( $D_{1zb}$ )* с незначительным размывом залегает на породах хребтовской свиты. По ряду литологических и структурно-текстурных особенностей разделяется на две подсвиты: верхнюю и нижнюю. Общая мощность свиты 105-153 м.

*Нижнезубовская подсвита ( $D_{1zb_1}$ )* представлена пестроцветными песчанистыми мергелями, доломитами, ангидритами, иногда отмечаются линзы налита. В подошве присутствует маркирующий пласт ангидрита (10-20 м). Мощность подсвиты 55-85 м.

*Верхнезубовская подсвита ( $D_{1zb_2}$ )* сложена серыми и зеленовато-серыми мергелями с прослоями ангидритов, гипсов, аргиллитов и оолитовых доломитов. Мощность - 41-75 м.

*Курейская свита ( $D_{1kr}$ )* согласно перекрывает зубовскую. Граница между ними проводится в пачке тонкослоистых ангидрит-доломит-мергелистых пород по кровле первого (40-80 см) пласта ангидритов. Свита представлена сероцветными и пестроцветными мергелями, алевролитами и аргиллитами. В нижней части свиты развиты сероцветные известковистые аргиллиты, мергели, доломиты, линзы известняков. Мощность – 45-92 м.

*Разведочнинская свита ( $D_{1rz}$ )* с незначительным размывом залегает на пестроцветных отложениях курейской свиты и представлена в верхней части пестроцветными аргиллитами с линзами и прослоями доломитов и

известняков. В основании залегают полимиктовые песчаники с линзами фосфоритовых гравеллитов. Мощность свиты 76-250 м.

#### *Средний отдел ( $D_2$ )*

*Мантуровская свита ( $D_{2mt}$ )* с размывом залегает на отложениях разведочинской свиты и подразделяется на нижне- и верхнемантуровскую подсвиты.

*Нижнемантуровская подсвита ( $D_{2mt_1}$ )* сложена пестроцветными доломитовыми мергелями, аргиллитами и доломитами. В кровле и середине подсвиты прослеживаются сероцветные пачки ангидрит-доломит-мергелистых пород. В подошве – песчаники и алевролиты. Мощность от 86 до 150 м.

*Верхнемантуровская подсвита ( $D_{2mt_2}$ )* с размывом залегает на нижнемантуровских образованиях и представлена карбонатными брекчиями, мергелями, доломитами или ангидрит-доломитовыми породами с линзами галита. В средней части разреза – красноцветные мергели. В основании подсвиты развиты соленосные брекчии с пластами галита до 80 м. Мощность варьирует от 26 до 105 м.

*Юктинская свита ( $D_{2jk}$ )* представлена пористыми доломитами с прослоями мергелисто-ангидритовых пород или брекчиевидных известняков, а также органогенными известняками или кавернозными вторичными доломитами. Встречаются редкие прослои каменных солей. Мощность – 28-35 м.

#### *Верхний отдел ( $D_3$ )*

*Накохозская свита ( $D_{3nk}$ )* сложена доломитистыми мергелями с примесью алевролитистого материала и аргиллитами с прослоями ангидритов и доломитов. Иногда отмечаются пропластки галита. Мощность колеблется от 2 до 17 м.

*Каларгонская свита ( $D_{3kl}$ )* представлена карбонатными брекчиями, мергелями, доломитами, иногда ангидритами с линзами галита. В подошве свиты прослеживается пласт карбонатных доломитов. Мощность колеблется от 0 до 153 м, в среднем составляет 75 м.

#### *Каменноугольная система (C)*

Каменноугольная система представлена отложениями, лежащими с угловым несогласием на образованиях верхнего девона. Система сложена лагунно-континентальными и терригенно-угленосными отложениями среднего - верхнего отделов, с которых начинается разрез тунгусской серии.

*Тунгусская серия ( $C_2-P_3$ )* включает в себя нерасчлененные отложения среднего отдела каменноугольной системы и верхнего отдела пермской системы. Серия объединяет достаточно мощную толщу верхнепалеозойских угленосных отложений, с угловым несогласием залегающих на образованиях морского палеозоя и подстилающую вулканогенно-осадочный комплекс пермь-триаса. В составе угленосной лагунно-континентальной толщи тунгусской серии выделяется пять свит - адылканская, далдыканская, шмидтинская, кайерканская и амбарнинская. Адылканская свита отнесена к

карбону, остальные к пермским отложениям.

*Адылканская свита* ( $C_{2-3ad}$ ). Отложения с размывом залегают на девонских образованиях и представлены переслаивающимися аргиллитами, алевролитами, песчаниками и их углистыми разностями, отмечаются редкие прослои пелитоморфных известняков, тонкие прослои и линзы каменного угля. Для пород свиты характерны темно-серый, серый цвета и средне-, мелкозернистый гранулометрический состав песчаников. Мощность свиты - 0-80 м.

*Далдыканская свита* ( $P_{1dl}$ ). Данная толща венчает нижний отдел пермской системы и является угленосной. Для свиты характерно ритмичное переслаивание песчаников, алевролитов, аргиллитов, отмечаются линзы известняков и сульфидные известковистые конкреции. Мощность свиты - 36-80 м.

*Шмидтинская свита* ( $P_{2sm}$ ) имеет в районе работ повсеместное распространение и вскрыта всеми пробуренными скважинами. Отложения свиты с размывом залегают на далдыканской свите и с размывом перекрываются породами кайерканской свиты. Свита сложена песчаниками, алевролитами, аргиллитами, отмечаются пласты углей, содержит сидеритовые и глинисто-карбонатные конкреции. Мощность свиты составляет 13-65 м.

*Кайерканская свита* ( $P_{2kr}$ ) представлена переслаивающимися глинистыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами, конгломератами, гравелитами, их углистыми разностями и пластами углей. Отложения свиты содержат железисто-карбонатные конкреции. Мощность кайерканской свиты варьирует в пределах 20-35 м.

*Амбарнинская свита* ( $P_{2am}$ ) сложена переслаивающимися песчаниками, конгломератами, алевролитами, углистыми аргиллитами, углистыми разностями этих пород. Мощность свиты составляет 50-96 м.

#### *Пермь-триасовая туфолаговая толща ( $P_2-T_1$ )*

Вулканогенные и вулканогенно-осадочные образования верхней перми-нижнего триаса со стратиграфическим несогласием залегают на различных горизонтах амбарнинской и кайерканской свит тунгусской серии и пользуются широким распространением. По вещественному составу и структурно-текстурным особенностям в разрезе туфолаговой толщи выделяется 8 свит: ивакинская, сыверминская, гудчихинская, хаканчанская, туклонская, надеждинская, моронговская и мокулаевская. Ивакинская свита относится к верхней перми, все остальные к нижнему триасу.

#### *Пермская система ( $P$ )*

##### *Верхний отдел ( $P_3$ )*

*Ивакинская свита* ( $P_{3iv}$ ) со стратиграфическим несогласием залегает на породах тунгусской серии и представлена двуплагиоклазовыми базальтами с невыдержанными прослоями туфогенных пород и туфоаргиллитов. Мощность ивакинской свиты составляет 55-165 м.

##### *Триасовая система ( $T$ )*

### *Нижний отдел ( $T_1$ )*

*Сыверминская свита ( $T_{1sv}$ )* представлена пачкой толеитовых и пойкилоофитовых базальтов; в основании невыдержанный горизонт туффитов. Залегают на различных уровнях ивакинской или амбарнинской свит. Мощность 70-135 м.

*Гудчихинская свита ( $T_{1gd}$ )* сложена покровами пикритовых базальтов, в основании иногда фиксируется маломощный горизонт туфов. Мощность свиты составляет 120-210 м.

*Хаканчанская свита ( $T_{1hk}$ )* является для района маркирующим горизонтом и представлена туфами, туфогравеллитами, туфопесчаниками, туфоалевролитами, туффитами, возможны отдельные мелкие покровы и потоки пойкилоофитовых базальтов. Мощность 15-26 м.

*Туклонская свита ( $T_{1tk}$ )* представлена пойкилоофитовыми базальтами с горизонтами туфов и туфопесчаников. Свита согласно перекрывается надеждинскими базальтами. Мощность 18-65 м.

*Надеждинская свита ( $T_{1nd}$ )* подразделяется на три пачки. Мощность 150-400 м.

*Нижняя пачка ( $T_{1nd}^1$ )* представлена полифировыми и порфировыми базальтами с горизонтами туфов, туфопесчаников, туффитов. Мощность – 70-165 м.

*Средняя пачка ( $T_{1nd}^2$ )* сложена порфировыми базальтами с прерывистыми горизонтами туфов, туфопесчаников и туффитов. Мощность – 210-283 м.

*Верхняя пачка ( $T_{1nd}^3$ )* представлена гломеропорфировыми базальтами. В основании – прерывистый горизонт туфов. Мощность пачки 30-90 м.

*Моронговская свита ( $T_{1mr}$ )* подразделяется на две пачки с общей мощностью 155-330 м.

*Нижняя пачка ( $T_{1mr}^1$ )* представлена порфировыми, пойкилоофитовыми, афировыми базальтами с многочисленными горизонтами туфов, туфобрекчий, агломератовых туфов, туффитов.

*Верхняя пачка ( $T_{1mr}^2$ )* сложена порфировыми, афировыми, пойкилоофитовыми базальтами с редкими прослоями туфов.

*Мокулаевская свита ( $T_{1mk}$ )* по ряду особенностей разделяется на две подсвиты, сложенных покровами порфировых, афировых, гломеропорфировых, пойкилоофитовых базальтов с маломощными горизонтами псаммитовых и алевропсаммитовых туфов.

*Нижнемокулаевская подсвита ( $T_{1mk_1}$ )* подразделяется на нижнюю и верхнюю пачки.

*Нижняя пачка ( $T_{1mk_1}^1$ )* представлена порфировыми и олигогломеропорфировыми базальтами. Отмечаются туфы в виде редких невыдержанных прослоев в разрезе базальтов пачки. Мощность пачки 75-130 м.

*Верхняя пачка ( $T_{1mk_1}^2$ )* представлена гломеропорфировыми базальтами мощностью от 80 до 150 м.



*Верхнемокулаевская подсвета* ( $T_1mk_2$ ) подразделяется на нижнюю и верхнюю пачки.

*Нижняя пачка* ( $T_1mk_2^1$ ) представлена порфировыми, гломеропорфировыми, пойкилоофитовыми, реже афировыми базальтами, в кровле - редкие горизонты туфогенных пород. Мощность подсветы до 200 м.

*Верхняя пачка* ( $T_1mk_2^2$ ) представлена пойкилоофитовыми, реже порфировыми базальтами. В нижней части афировые, невыдержанные горизонты туфогенных пород. В основании - алевропсамитовые туфы. Мощность подсветы до 180 м.

### 1.5.1.2 Магматизм

Магматические породы Хараелахской мульды принадлежат трапповой формации верхнепалеозойского-мезозойского времени, ее эффузивной и интрузивной фациям.

*Эффузивные породы*, слагающие туфолавовую толщу, представлены базальтами трапповой формации. Толща имеет отчетливо выраженное ритмичное строение, обусловленное циклическим характером развития эффузивного магматизма и проявляется в закономерном повторении в разрезе горизонтов базальтов, характеризующихся сходным составом и одинаковым направлением изменения химического и минерального составов, количеств микроэлементов, структуры, физических свойств и др.

*Интрузивные породы* относятся к трапповой формации. По особенностям внутреннего строения и химизма выявленные в разрезе интрузии подразделяются на недифференцированные и дифференцированные.

#### *Недифференцированные интрузии*

Среди недифференцированных интрузий по возрастным соотношениям и химико-петрологическим особенностям выделяются три интрузивных комплекса: ергалахский, оганерский и далдыканский.

*Ергалахский комплекс* ( $\tau\beta P_{2er}$ ) относится к наиболее ранним интрузивным образованиям щелочно-основных пород. Интрузии в виде пологосекущих (иногда расщепляющихся) субпластовых тел и силлов располагаются в отложениях тунгусской серии. Выходы интрузий ергалахского комплекса на поверхность фиксируются в южной части района среди обрамляющих Хараелахскую мульду терригенных осадков тунгусской серии. Интрузии сложены в большинстве случаев серыми, темно-серыми и зеленовато-серыми безоливиновыми и оливинсодержащими долеритами и габбро-долеритами.

*Оганерский комплекс* ( $\beta T_{2og}$ ) представлен силами, субпластовыми телами, штоками, дайками недифференцированных пород нормального ряда, сложенными амфиболитизированными и хлоритизированными оливиновыми долеритами и габбро-долеритами.

*Далдыканский комплекс* ( $\beta T_{dl}$ ), относящийся к послеэффузивным образованиям, на изучаемой территории проявляется в виде даек и пологосекущих линзовидных и субпластовых тел, сложенных безоливиновыми, оливинсодержащими и оливиновыми долеритами и габбро-долеритами со шпировидными зонками габбро-пегматоидов. В разрезе изучаемой территории далдыканские интрузии фиксируются в отложениях надеждинской свиты нижнего триаса, а в целом по району работ в диапазоне от мантуровской свиты среднего девона до мокулаевской свиты нижнего триаса, причем преобладающим развитием они пользуются в породах вулканогенного комплекса. Мощность тел колеблется от 1,1 м до 52,5 м.

#### *Дифференцированные интрузии*

Дифференцированные интрузии, являющиеся производными базит-ультрабазитового магматического процесса этапа формирования трапповой формации, представлены норильским комплексом, в составе которого выделяют нижнеталнахский, круглогорский, зубовский и норильский типы интрузий. Эти интрузии формируют хонолитоподобные и линзовидно-пластообразные тела, сложенные породами основного и ультраосновного состава. Между собой типы интрузий различаются внутренним строением, характером дифференциации и масштабами связанного с ними сульфидного медно-никелевого орудения.

В пределах района работ выделены три типа интрузий норильского комплекса, кроме зубовского.

*Нижнеталнахский тип*  $(\omega\nu - \nu\beta)T_{1nr}^{nt}$  представлен одноименной интрузией, распространенной практически на всей территории района.

Дифференциация Нижнеталнахской интрузии выражается в формировании псевдогоризонтов, сложенных различающимися по составу и структурно-текстурным особенностям габбро-долеритами.

*Круглогорский тип*  $(\pi\nu - \nu\beta)T_{1nr}^{kg}$  в изучаемом районе проявляется оперяющей Талнахский рудоносный интрузив серией пластово-линзовидных, полого секущих отложения девона, среднего карбона - верхней перми и верхней перми – нижнего триаса. По составу интрузивные тела от лейкократовых габбро до оливиновых габбро-долеритов. Мощность тел от 2 до 44 м.

*Норильский тип*  $(\omega\nu - \nu\delta)T_{1nr}^{nr}$  представлен хонолитообразными лентовидными телами, дифференцированными от лейкократовых габбро и габбро-долеритов до такситовых и пикритовых габбро-долеритов. С интрузиями норильского типа пространственно и генетически связаны промышленные медно-никелевые руды.

### **1.5.1.3 Тектоника**

Площадь работ расположена в северо-западной части Сибирской платформы на сочленении крупных тектонических структур - Норильско-

Хараелахского прогиба, Тунгусской синеклизы, разделяющего их Хантайско-Рыбнинского вала, осложненных многочисленными разрывными нарушениями и пликативными структурами более высоких порядков. Обзорная тектоническая схема Норильского района представлена на рисунке 1.2.

Доступными для изучения являются образования верхнего структурного этажа платформы, в котором выделяются нижний, средний и верхний структурный ярусы.

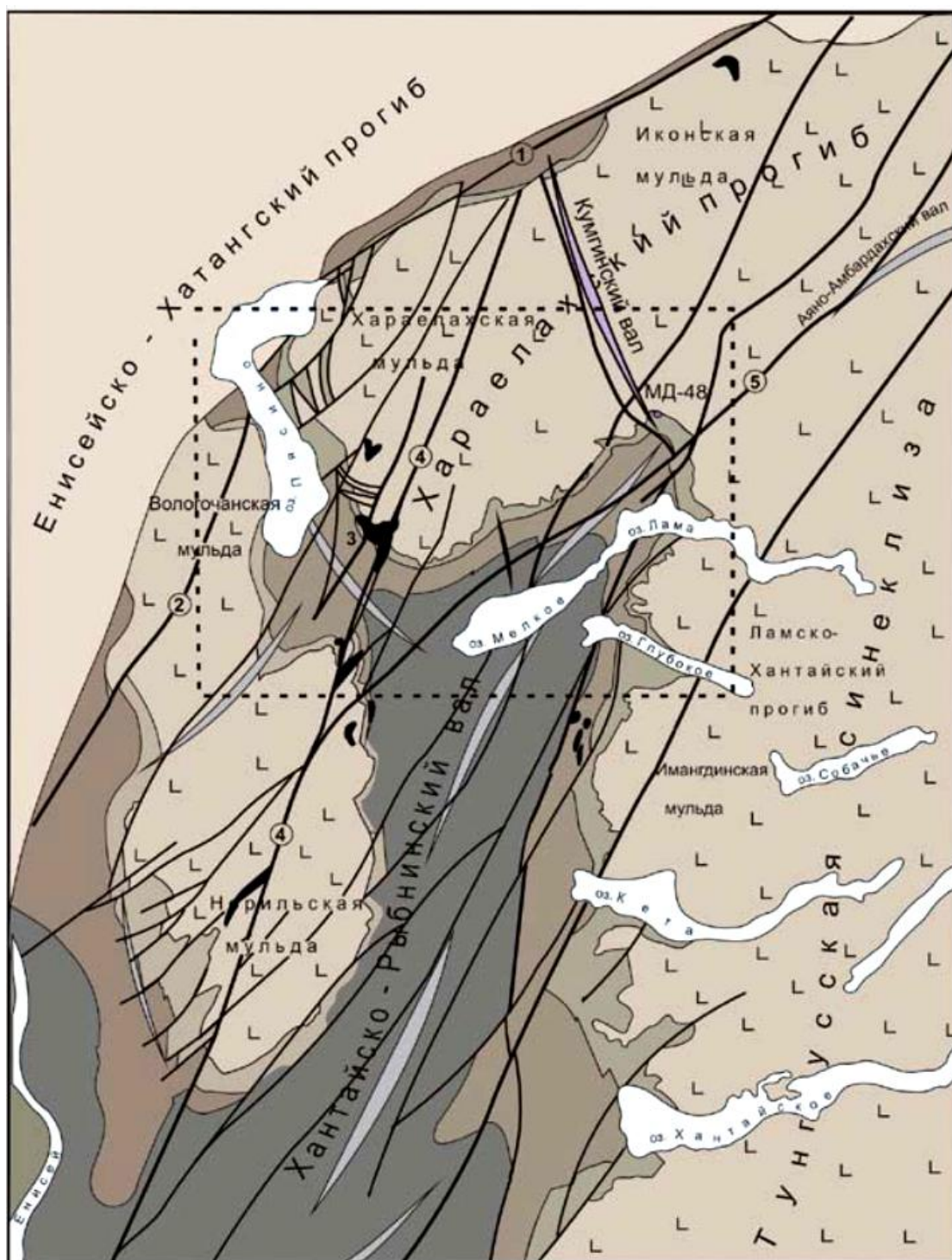
Объем нижнего яруса составляет известная часть разреза от верхнего ордовика до девона включительно. Наиболее характерными тектоническими структурами этого периода являются конседиментационные поднятия и прогибы. Средний структурный ярус включает отложения тунгусской серии и туфолавовый комплекс пермо-триасового возраста. Образования верхнего (позднемезозойско-кайнозойского) структурного яруса представлены в пределах площади работ только четвертичными отложениями, так как начиная со среднетриасового времени на фоне воздымающегося базальтового плато здесь господствовали денудационные процессы.

Главными пликативными структурами площади являются Норильско-Хараелахский прогиб с Хараелахской и Иконской мульдами, являющимися структурами более высокого порядка, Хантайско-Рыбнинский вал и осложняющая его Микчангдинская антиклиналь, северо-западный борт Тунгусской синеклизы.

Норильско-Хараелахский прогиб представлен юго-восточными центриклиналями Хараелахской и Иконской мульд, занимающими западную и северную части площади. Слагающие мульды терригенные отложения тунгусской серии и пермь-триасовые платобазальты имеют относительно пологие углы падения в  $2-7^{\circ}$ . Граница между мульдами проводится по зоне Кумгинского разлома, который к северу сопровождается линейной антиклиналью. В строении бортов мульд по элементам залегания пород туфолавовой толщи выделяется ряд осложняющих их мелких пликативных структур.

Хантайско-Рыбнинское валообразное поднятие на площади работ представлено Микчангдинской антиклиналью, вытянутой в северо-восточном ( $50-60^{\circ}$ ) направлении. Юго-восточное крыло Микчангдинской антиклинали осложняет строение нижнего крыла вышеупомянутой флексуры, являющейся структурой одного ранга с Хантайско-Рыбнинским валом.

Тунгусская синеклиза своим северо-западным бортом фиксируется в юго-восточной части площади на левобережье р. Микчангда, где образования туфолавовой толщи имеют преимущественно восточное и северо-восточное падение.



#### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ



1-5 - Структурные ярусы: 1 – мезо-кайнозойский, 2 – верхнепалеозойско-нижнемезозойский, 3 – верхнепалеозойский, 4 – средне-верхнепалеозойский, 5 – вендско-нижнепалеозойский; 6 – рудоносные дифференцированные интрузии габбро-долеритов; 7 – оси антиклиналей; 8 – разломы: а – рядовые, б – глубинные (1 – Северо-Хараелахский, 2 – Пясинский).

Рисунок 1.2 - Обзорная тектоническая схема Норильского района. Масштаб 1:1 000 000

### 1.5.2 Геоморфологические условия

Район исследований располагается на стыке трех морфоструктур первого порядка - плато Путорана, Западно-Сибирской и Северо-Сибирской низменностей. Морфоструктуры низменностей являются унаследованными областями устойчивого прогибания земной коры - Западно-Сибирской плиты и Енисейско-Хатангского прогиба. В морфологическом плане они являются аккумулятивными равнинами с высотными отметками, не превышающими 200 м над уровнем моря.

Плато Путорана от соседних низменностей отделено региональными уступами высотой до 150-200 м. В Норильском районе плато Путорана представлено своими северо-западными отрогами: Норильским плато, плато Хараелах и расположенным за пределами площади работ плато Сыверма, являющимися морфоструктурами второго порядка.

Норильское плато расположено в центральной и юго-восточной части района. Его поверхность имеет отчетливо выраженный наклон с востока на запад. Восточный край плато ограничен дугообразным, выпуклым на восток уступом высотой 100-200 м, а высотные отметки поверхности в восточной части достигают 76 м (г. Кулгахтах). Куэстовый характер Норильского плато хорошо согласуется с его положением на окраине общей сводовой структуры плато Путорана.

Плато Хараелах находится в северо-восточной части района и хорошо выраженным уступом высотой 200-300 м ограничено со всех сторон, кроме восточной. Его поверхность испытывает куэстовый наклон на северо-запад от сводовой части плато Путорана к периферии. Отметки водоразделов на юго-востоке плато Хараелах достигают 989 м, а на северо-западном фланге не превышают 592 м.

Плато Норильское и Хараелах разделены крупным долинообразным понижением, морфоструктурой второго порядка - Норильско-Хантайской прадолиной, в пределах которой расположены бассейны современных рек - Рыбной и Норильской.

Структурно-денудационный и денудационный рельеф плато Хараелах и Норильского представлен участками возвышенностей и низкогорий. Склоны плато, обращенные к Норильско-Рыбнинской межгорной впадине, крутые, угол наклона склонов достигает 40-45°.

В поверхности плато врезаны несколько переуглубленных, погребенных долин четвертичного возраста. Судя по форме долин и их морфологии, ведущую роль в формировании переуглублений сыграли линейная эрозия и ледниковая экзарация. Гипсометрия днищ переуглубленных долин меняется в районе от 100 м до 40 м.

Таким образом, переуглубленные долины рек Ергалах, Амбарной и Талнах имеют глубину до 100 м. Ширина долин колеблется от 500-700 м до 1,5-2,0 км в зависимости от вмещающих скальных коренных пород, наличия в местах заложения долин разрывных нарушений и некоторых других

факторов. Склоны долин (погребенных их частей) средней крутизны, реже крутые. Углы наклона бортов колеблются от 10-15° до 30-35°, редко больше (до 35-40°), в среднем 15-20°. Склоны переуглубленных долин ровные, слегка вогнутые. Днища долин шириной 200-300 м, иногда меньше или больше. Продольные профили переуглубленных (погребенных) долин в местах водозаборов пологие или близкие к пологим. Поперечные профили трапецеидальные, V-образные, трапециевидные и корытообразные.

В настоящее время широкие древние долины рек Амбарной, Ергалах и Талнах разрабатываются современными (одноименными) водотоками. К числу послеледниковых современных флювиальных образований относятся: современные эрозионные врезы ручьев и рек, а также ряд аккумулятивных форм - косы, поймы, пойменные и надпойменные террасы. Практически во всех долинах постоянно выдерживаются две пойменные террасы. Высоты пойменных террас составляют в среднем 1-2 м и 1,5-3 м (I и II соответственно). Продольные профили современных рек крутые, невыработанные, характер течения горный, редко (в самых нижних частях участков месторождений) переходит от горного к равнинному, их долины разработаны слабо, эрозия донная, аллювий грубый. Состав аллювия: валуны, галька, гравий, реже песок. Сортировки практически нет. Окатанность грубообломочного материала различная, в основном, плохая и средняя. Поперечные профили современных долин V-образные, трапециевидные, зачастую асимметричные. Врезы современных долин 3-5 м, ширина долин от 15-20 до 30-50 метров (по бровкам).

Рельефообразующими для района являются отложения двух позднеплейстоценовых ледниковых трансгрессий - муруктинской и сартанской, которые являются двумя стадиями зырянского оледенения, разделенными во времени каргинским межстадиалом.

### **1.5.3 Гидрогеологические условия**

По гидрогеологическому районированию исследуемая территория находится в краевой северо-западной части Тунгусского артезианского бассейна и входит в состав Сибирского сложного артезианского бассейна. Тунгусский бассейн представлен Норильским бассейном третьего порядка. К выдержанному почти повсеместно региональному водоупору относится толща многолетнемерзлых пород. Криогенный водоупор отделяет сезонно-водоносный горизонт различного генезиса четвертичных и коренных пород, а также водоносные таликовые и таликово-криогенные горизонты долин рек и озер от подмерзлотных вод палеозойских и мезозойских структурно-формационных комплексов.

По характеру геологического разреза, интенсивности дислоцированности, условиям залегания и степени литификации пород в бассейнах подземных вод можно выделить четыре гидрогеологических этажа.

К выдержанному почти повсеместно региональному водоупору относится толща многолетнемерзлых пород. Криогенный водоупор отделяет сезонно-водоносный горизонт различного генезиса четвертичных и коренных пород, а также водоносные таликовые и таликово-криогенные горизонты долин рек и озер от подмерзлотных вод палеозойских и мезозойских структурно-формационных комплексов.

Таким образом, к первому (верхнему) гидрогеологическому этажу относятся все водоносные безнапорные или субнапорные горизонты, подстилаемые криогенным водоупором (сезонно-водоносные, межмерзлотные, таликово-криогенные, криогенно-таликовые, таликовые).

Ко второму гидрогеологическому этажу относится вся вулканогенная толща пород верхней перми - нижнего триаса. Максимальная мощность вулканогенной формации превышает 3000 м.

Третий гидрогеологический этаж охватывает часть геологического разреза от терригенно-угленосной (Тунгусская серия) толщи верхней перми, верхнего карбона до карбонатно-терригенно-ангидрито-галитовой формации нижнего девона - зубовская и курейская серии. В третьем гидрогеологическом этаже распространены преимущественно водоносные комплексы напорных и субнапорных вод и водоносные зоны разломов.

Четвертый гидрогеологический этаж включает водоносные комплексы карбонатных и терригенных пород силура до кристаллического фундамента.

Согласно гидрогеологической стратификации, представленной в приложении В, район работ представлен следующими гидрогеологическими подразделениями.

*Водоносный таликовый среднеплейстоцен-голоценовый аллювиальный, водно-ледниковый, ледниковый, озерно-ледниковый горизонт (a,f,g,lg Q<sub>II-IV</sub>).* Аллювиальный горизонт выделен в долинах малых рек бассейна р. Енисей и озера Пясино. На юго-западе территории он прослеживается в пределах Норильского плато на всем протяжении р. Дудинка до слияния ее с притоком Чибичете и далее на восток по этому притоку, исключая верховья; в долине реки Южный Ергалах от восточной рамки листа R-45-XXVIII на запад. От водораздела плато Хараелах на запад аллювиальный горизонт выделен в долине реки Джангы, в нижнем течении рек Самоедская, Тулаях-Тас, Талнах и Хараелах. Наиболее широкое распространение рассматриваемый горизонт имеет в долинах рек Норильской и Рыбной.

Водовмещающими породами являются пески, валунно-галечники с прослоями супесей, суглинков, глин. Мощность горизонта изменяется в пределах от 5-10 м до 100 м в переуглубленных долинах. Коэффициент фильтрации водовмещающих пород изменяется от 5-10 до 30-200 м/сут. Основным источником питания горизонта являются реки и атмосферные осадки. Положение территории в криолитозоне предопределяет периодичность инфильтрационного питания водоносного горизонта. Основное восполнение запасов подземных вод происходит в паводковый период, однако, дренирующая роль долины реки продолжается и после



наступления зимы.. Минерализация подземных вод колеблется от 0,091 до 0,423 г/дм<sup>3</sup>. По химическому составу они относятся к сульфатно-гидрокарбонатному типу, из катионов преобладает кальций и в меньшей степени магний.

*Водоупорный криогенный сезонно-водоносный, относительно-водоносный четвертичный ледниковый, водноледниковый, озерно-ледниковый, элювиальный, коллювиальный, делювиальный, аллювиальный горизонт (g,f,l,g,e,c,d,a Q).* Из всех перечисленных генетических типов пород наибольшим распространением пользуются ледниковые образования. Они развиты на водоразделах (до абс. отм. 450 м) и их склонах, сохранились в долинах почти всех рек.

В пределах низменных равнин долин рек Рыбная, Норильская, Талнах, прибрежной полосы озера Пясино широко развиты озерно-ледниковые и, в меньшей степени, озерные генетические комплексы.

Флювиогляциальные образования выявлены в долинах рек, но отдельные их фрагменты сохранились на водоразделах. На большей части равнин встречаются многочисленные по площади биогенные (болотные) отложения.

Аллювиальные отложения распространены на ограниченных площадях в долинах рек. Особо следует остановиться на делювиальных, пролювиальных и коллювиальных образованиях. Они занимают весьма ограниченные площади, но благодаря своим условиям залегания, составу пород и экспозиции склонов, содержат значительные запасы сезоннотальных вод.

Ледниковые, водно-ледниковые и озерно-ледниковые образования представлены суглинками, валунными супесями и галечниками с суглинистым заполнителем, тонкозернистыми песками и ленточными глинами.

Состав пород аллювиальных отложений определяется фациальными условиями их накопления, русловые фации характеризуются преимущественно песками и валунно-галечниками, пойменные - суглинками, супесями, реже глинами.

Мощность криогенного водоупора превышает десятки метров. Мощность сезонноталого слоя находится в прямой зависимости от литолого-петрографического состава пород, условий их залегания и экспозиции склонов. Она изменяется от 0,5 м в глинах и тяжелых суглинках до 3 м в делювиальных и коллювиальных отложениях.

Минерализация сезонноталого слоя составляет 0,1-0,02 г/дм<sup>3</sup>, по типу воды сульфатно-гидрокарбонатные магниевые-кальциевые. Величина рН находится в пределах 6,9-7,4.

*Водоупорный криогенный сезонно-водоносный мезозойский горизонт (Mz)* приурочен к выходам интенсивно трещиноватой вулканогенной толщи нижнего триаса. В горных районах Норильского и Хараелахского плато с поверхности толща покрыта элювиальным слоем, на склонах - элювиально-



делювиальным различной мощности от 0,1 до 0,5 м, реже 1 - 1,5 м. В большинстве случаев глубина сезонноталого слоя достигает коренных пород, и в них формируется характеризующийся водоносный горизонт.

*Водоносная верхнепермская - нижнетриасовая вулканогенная пластовая зона ( $P_2-T_1$ )* включает в себя кумгинский, хараелахский, мокулаевский, двурогинский, надеждинский, катанский водоносные горизонты, водоносный комплекс нерасчлененных отложений гудчихинской, хаканчанской, туклонской и сыверминской свит, а так же ергалахский и ивакинский водоносные горизонты.

Водоносная зона широко развита на исследуемой территории и приурочена к Норильско-Хараелахскому инверсионному прогибу, выраженному в рельефе возвышенными плато: на северо-востоке - Хараелахским, на юго-западе - Норильским.

Водоносная пластовая зона представлена вулканогенной толщей переслаивающихся базальтов, туфов, туфопесчаников, туффигов, туфоалевролитов, туфобрекчий. Покровы базальтов имеют мощность 5-30 м, реже достигая 150 м. Суммарная мощность более 3000 м.

В целом, вся вулканогенная толща соответствует блоково-пластовой структуре. Вместе с тем, длительный континентальный перерыв способствовал формированию значительной зоны экзогенной трещиноватости. Экзогенная трещиноватость с глубиной затухает и водоносность проявляется в отдельных напластованиях, испытавших тектоническую дезинтеграцию.

В границах Норильского плато подмерзлотные воды залегают на западе преимущественно в интервале 60-120 м, на востоке - в высокогорной части - 200-400 м, реже 100 м.

Водообильность водоносной пластовой зоны по мере увеличения глубины существенно уменьшается. Так, в долинах рек Талнах и Ергалах удельные дебиты изменяются сверху вниз от 0,6 до 0,0004 л/с\*м. В пределах собственно Норильского плато удельный дебит при опробовании интервала базальтов до 100 м не превысил 0,05 л/с\*м, в лавобрекчиях - 0,81 л/с\*м, в базальтах с прослоями туфов - 0,57 л/с\*м. Значение коэффициента фильтрации менее 0,01 м/сут. Питание осуществляется за счет поверхностных вод в зонах сквозных таликов, разгрузка в подножьях гор в виде родников.

Минерализация подмерзлотных вод вулканогенных отложений в большинстве скважин находится в пределах 0,1-0,6 г/дм<sup>3</sup>. По химическому составу воды довольно пестрые. Наиболее распространен хлоридно-гидрокарбонатный и сульфатно-гидрокарбонатный тип. Из катионов преобладает натрий и кальций. Воды изменяются от нейтральных до щелочных, что весьма характерно для эффузивных покровов. Присутствие в кровле водоносной пластовой зоны криогенного водоупора препятствует прямой инфильтрации атмосферных осадков. Вместе с тем, потоки подземных вод от водоразделов к естественным дренам свидетельствуют о

наличии невыявленных путей фильтрации, будь то разломы или сквозные талики.

*Водоносный среднекаменноугольный-верхнепермский угленосно-терригенный комплекс ( $C_2-P_2$ )* включает в себя водоносный комплекс нерасчлененных отложений шмидтихинской, кайерканской и амбарнинской свит, бургу克林ский и катский водоносные горизонты.

Верхнепалеозойские отложения прослеживаются узкой (0,2-3 км) полосой по периферии Норильского и Хараелахского плато. Они залегают с трансгрессивным несогласием на различные стратиграфические горизонты нижнего и среднего палеозоя, а в кровле перекрыты верхнепермской - нижнетриасовой вулканогенной толщей. Рассматриваемый водоносный комплекс представлен преимущественно песчаниками, алевролитами, аргиллитами, конгломератами с прослоями известняков, каменных углей, в верхней части разреза встречаются туфопесчаники и туфоаргиллиты. Мощность описанных отложений находится в пределах 30 – 610 м.

Водообильность пород весьма низкая, удельный дебит изменяется от 0,01 до 0,02 л/с\*м. Проницаемость и водообильность водовмещающих пород крайне низкая. Коэффициент фильтрации колеблется около 0,001 м/сут, удельный дебит - 0,001-0,01 л/сек\*м. Редко, в зонах тектонической либо контактовой трещиноватости, коэффициент фильтрации достигает 1-2 м/сут. Подземные воды порово-трещинного типа, напорные, вскрываются на глубинах 20-300 м.

Воды комплекса хлоридно-сульфатные или сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатные магниевые-натриевые и смешанные по катионному составу, минерализация 0,2-0,8 г/дм<sup>3</sup>.

*Водоносный средне-верхнедевонский ангидрито-терригенно-карбонатный комплекс ( $D_{2-3}$ )* включает в себя мантуровский, юктинский и фокинский водоносные горизонты.

Водоносный комплекс прослеживается к югу от озера Пясино по периферии Норильского плато и вдоль юго-западной окраины Хараелахского плато. В геологическом разрезе выделенного комплекса преобладают известняки, доломиты, мергели, прослои песчаников, аргиллитов, алевролитов, ангидритов, гипсов, каменных солей. Мощность водовмещающих пород изменяется от 300 до 1000 м.

Пьезометрический уровень устанавливается на глубине порядка 3,3 - 45 м, (на абс. отм. соответственно 30 м и 77 м). Удельный дебит изменяется от 0,55 до 4,2 л/с\*м, коэффициенты фильтрации - от 0,1 до 20 м/сут. Минерализация подземных вод карбонатной толщи изменяется от 0,5-0,7 г/дм<sup>3</sup> до 1,32-2,6 г/дм<sup>3</sup>. По химическому составу воды не отличаются однотипностью. Здесь имеют место сульфатные, гидрокарбонатные, хлоридно-гидрокарбонатные воды со смешанным катионным составом.

Питание подземных вод происходит за счет прямой инфильтрации атмосферных осадков на участках прерывистой мерзлоты или путем перетекания из сквозных таликов озер и рек.

Располагаясь в зоне гипергенеза, карбонатные породы предрасположены к широкому развитию карстовых процессов, что и создает предпосылки для повышенной трещиноватости и, следовательно, высокой водообильности. Неустойчивый состав подземных вод объясняется присутствием в разрезе известняков, прослоев и линз гипсов, ангидритов и каменной соли.

*Относительно водоупорный нижнедевонский соленосно-терригенно-карбонатный горизонт ( $D_1$ )* распространен на юго-западной периферии Хараелахского плато и северо-востоке Норильского плато южнее озера Пясино и представлен аргиллитами, мергелями, сланцами, с линзами и пластами, гнездами ангидрита и гипса (30-40 %). Породы горизонта имеют слабую водоносность, удельный дебит не превышает 0,01 л/с\*м. По химическому составу воды сульфатные, либо хлоридно-сульфатные кальциевые и магниевые-кальциевые. Минерализация - 1,3 – 2,7 г/дм<sup>3</sup>.

Относительно водоупорный горизонт нижнего девона можно рассматривать как региональный водоупор, разделяющий гидрогеологические этажи. Вместе с тем, не исключается проявление водоносности пород в условиях их залегания с поверхности за счет экзогенной трещиноватости, пересечения водоупора зоной разломов или интрузивными телами.

*Водоносный силурийский терригенно-карбонатный комплекс ( $S$ )* развит на ограниченной площади под четвертичными отложениями к югу от устья реки Норильская и вдоль южного обрамления Хараелахского плато. Комплекс представлен известняками, доломитами, глинистыми мергелями, аргиллитами, граптолитовыми сланцами, ангидритами, алевролитами, песчаниками. Мощность изменяется от 400 до 600 м.

Водоносные породы вскрываются на глубинах 20-250 м. Этот водоносный комплекс наиболее водообилен на участках разрывных нарушений и карстовых пустот. Удельный дебит составляет 4,3-5,9 л/сек. Значения коэффициента фильтрации изменяются в пределах 0,05-6,0 м/сут.

По химическому составу подземные воды сульфатного типа смешанные по катионам, преобладает кальций. Минерализация составляет 2,2 г/дм<sup>3</sup>.

## **2 Специальная часть**

### **2.1 Анализ ранее проведенных исследований**

Первые гидрогеологические исследования в Норильском промышленном районе (НПР) проводились с целью оценки водопритоков в горные выработки и начались вместе с разведкой и разработкой медно-никелевого месторождения Норильск-1 и угольных месторождений. Изучение температурного режима многолетнемерзлых пород (ММП) проводила организованная в 1938 г мерзлотная станция Норильского комбината. Крупномасштабные гидрогеологические съемки проведены на площадях медно-никелевых и угольных месторождений в 40-е и 50-е годы. Результатом этих гидрогеологических работ явились первые сведения о гидрогеологических и геокриологических условиях месторождений полезных ископаемых.

С открытием Талнахского и Октябрьского медно-никелевых месторождений гидрогеологические работы развернулись по трем основным направлениям: изучение водоносности и фильтрационных параметров пород разреза для расчета водопритоков в подземные горные выработки, выяснение возможности использования подземных вод для водоснабжения, изучение геокриологических и инженерно-геологических условий района месторождений.

В период 2014-2016 гг Горным институтом Уральского отделения Российской Академии наук (ГИ УрО РАН) выполнялись научно-исследовательские работы по теме «Изучение гидрогеологических условий в районе шахтных стволов ГС-ВЗС-ВСС рудника «Октябрьский». Разработка рекомендаций по снижению водопритоков в горные выработки при ведении горных работ» [31]. В районе стволов ГС-ВЗС-ВСС был проведен комплекс разномасштабных наземных и подземных полевых геофизических работ следующими методами:

- 1) наземная малоглубинная сейсморазведка методом общей глубинной точки (МОГТ) по сети профильных линий, достаточной для поиска геологических объектов на глубине 200-300 метров;
- 2) шахтные сейсмоакустические исследования из горизонтальных выработок, примыкающих к стволам.

Целью геофизических исследований являлось уточнение геологического разреза, выявление и картирование в плане и в разрезе зон повышенной проницаемости горных пород в пределах площади работ с детализацией строения околоствольного пространства стволов ГС-ВЗС-ВСС рудника «Октябрьский». В результате обработки и интерпретации геофизических данных были получены следующие результаты:

- уточнено местоположение точек под бурение гидрогеологических скважин;

- уточнены положения кровли и подошвы тунгусской, накахозской и мантуровской свит;
- выявлены участки с предполагаемыми осложнениями геологического разреза: интенсивная складчатость (130-500 м), вертикально-ослабленная зона (60-390 м), многочисленные плоскости смещения;
- подтверждено направление разлома, проходящего через поле стволов ГС-ВЗС-ВСС.

В 2014 г ООО «Норильскгеологией» был проведен комплекс работ по бурению, проведению опытно-фильтрационных и геофизических работ в скважине ГО-1, которая расположена в районе ствола ВСС рудника «Октябрьский» [23]. Основной целью работ являлась оценка гидрогеологических условий и параметров геологического разреза вблизи шахтного ствола ВСС.

Гидрогеологическая скважина ГО-1 пробурена до глубины 500 метров. Для определения фильтрационных параметров водоносных горизонтов в скважине проведены опытно-фильтрационные работы (ОФР), которые включают в себя поинтервальные откачки с отбором проб подземных вод на химический анализ. Всего было опробовано 7 интервалов: 9,5-17 м, 17-138 м, 17-265 м, 265-400 м, 400-450 м, 400-500 м и 450-500 м. Дебит опробованных интервалов изменяется от 43,2 м<sup>3</sup>/сут в четвертичных отложениях (9,5-17 м) до 553 м<sup>3</sup>/сут в водоносном горизонте, приуроченном к девонским отложениям (450-500 м). Удельный дебит изменяется в пределах 0,006-0,77 л/с\*м. Наибольшие значения удельного дебита отмечаются в интервалах 9,5-17 м и 400-500 м и составляют 0,77 л/с\*м и 0,17-0,54 л/с\*м соответственно. Коэффициент фильтрации водовмещающих пород колеблется в пределах 0,004-6,99 м/сут. Наименьшие значения коэффициента фильтрации (0,004-0,005 м/сут) отмечаются в интервале 17-400 м, который приурочен к отложениям каменноугольной, пермской и верхнедевонской системам. Самые высокие значения коэффициента фильтрации отмечаются в четвертичных и нижне- среднедевонских отложениях и составляют 6,99 м/сут и 0,16-0,39 м/сут соответственно. Результаты опытно-фильтрационных работ представлены в таблице 2.1. Лист ОФР интервала 400-450 м представлен в приложении В.

Таблица 2.1 – Результаты опытно-фильтрационных работ в скважине ГО-1

Интервал глубин, м	Статический уровень, м	Понижение, м	Дебит, л/с	Дебит, м <sup>3</sup> /сут	Удельный дебит, л/с*м	Коэффициент фильтрации, м/сут
9,5-17	8,2	0,65	0,5	43,2	0,77	6,99
17-138	16,6	45,6	0,29	25,06	0,006	0,004
17-265	44,84	34,32	0,17	14,69	0,005	0,004
265-400	249,77	126,96	3,3	-	0,002	0,005
400-450	359	14,75	2,5	216	0,17	0,16
400-500	367,65	6,48	3,5	302	0,54	0,39
450-500	412,3	23	6,4	553	0,278	0,38

По результатам проведения поинтервального исследования фильтрационных свойств пород были сделаны следующие выводы:

1) блоково-пластовое строение, наличие трещиноватости всего массива коренных пород обуславливают пространственное расположение основного очага поступления воды в ствол ВСС;

2) шахтный ствол ВСС участвует в дренаже водоносного горизонта девонских отложений (интервал 265-400 м), который характеризуется нарушением режима движения подземных вод;

4) при опробовании интервала 400-450 м, в его середине отмечается мощная зона поглощения, выше и ниже которой существуют зоны водопритока, что подтверждается геофизическими исследованиями;

5) два водоносных комплекса (пород четвертичного возраста и карбона-перми) имеют статические уровни соответствующие естественным, режим фильтрации ненарушенный, и, соответственно в обводнении ствола данные горизонты участвует в незначительной степени;

6) полученные данные фильтрационных свойств пород зачастую отличаются от результатов работ по контрольно-стволовой скважине, которая опробовалась при проходке ствола ВСС.

По химическому составу подземные воды до глубины 400 метров изменяются от гидрокарбонатно-сульфатных кальциево-магниевых до гидрокарбонатно-хлоридных натриевых с величиной общей минерализации от 0,2 г/л до 1,2 г/л. В интервале глубин 400-500 метров подземные воды по химическому составу сульфатные кальциевые с минерализацией 2,3-2,4 г/л.

Геофизические исследования скважины (ГИС) ГО-1 проводились для решения следующих задач:

- литологического расчленения разреза скважин, определения границ залегания пластов и их мощностей;
- определения границ водоносных горизонтов;
- измерения номинального диаметра ствола скважины, определения границ участков каверн и зон трещиноватости;
- контроля сохранения заданного направления бурения оси скважины в процессе бурения.

Для литологического расчленения разреза были использованы методы гамма-каротажа (ГК), плотностного гамма-гамма-каротажа (ГГК-п), каротажа сопротивлений (КС), каротажа магнитной восприимчивости (КМВ). В результате проведенных исследований была построена геологическая колонка скважины ГО-1 масштаба 1:200 000 [23].

Для определения зон трещиноватости и водопритоков применялись методы кавернометрии (КМ), термометрии (ТМ), резистивиметрии (РЕЗ) и расходометрии (РМ). В результате проведенных исследований определены интервалы водопритоков (255-294 м, 427-439 м, 460-498 м) и водопоглощений (401-458 м) по открытому стволу скважины, а также построена термограмма по всей глубине скважины.

По данным геофизических и опытно-фильтрационных работ в скважине ГО-1 был сделан однозначный вывод о том, что наиболее обводненный интервал – 400-450 м, т.е. основная зона водопритока в ствол ВСС приурочена к девонским отложениям.

## **2.2 Обоснование выбора участка проектируемых работ**

Массив коренных пород Октябрьского месторождения в целом характеризуется низкой водообильностью. Проницаемость пород с глубиной снижается. В то же время на фоне общей незначительной водопроницаемости при разведке месторождения были выделены аномальные участки, где фильтрационные параметры пород имеют повышенные значения. Эти участки приурочены к зонам тектонических нарушений и к оперяющим их трещинам, а также кавернозным и карстующимся известнякам верхнего девона.

В процессе добычи полезного ископаемого, вследствие отепляющего воздействия на многолетнемерзлые породы, на промплощадках горнорудных предприятий наблюдается деградация мерзлоты с развитием таликовых зон, через которые происходит инфильтрация атмосферных осадков. Что значительно увеличивает водоприток в вертикальные горные выработки (шахтные стволы).

В настоящее время естественная обводненность выработок на рабочих горизонтах рудника «Октябрьский» весьма незначительна и проявляется в виде потения, капежа и очень редко слабоструйного излива.

По стволам, в частности стволу ВСС, ситуация неоднозначная: с 2011 года величина водопритока достигала 20-40 м<sup>3</sup>/час, а в 2013 году возрастает от 40-60 до 80-110 м<sup>3</sup>/час. По данным последнего обследования суммарный водоприток по стволу составил 500 м<sup>3</sup>/час. На рисунке 2.1 представлен график изменения водопритока во вспомогательный скиповый ствол в период с 2004 по 2017 гг.

Наиболее вероятная причина такой ситуации - отработка буровзрывным способом охранного целика вокруг вспомогательно-скипового ствола рудника «Октябрьский», которая привела к нарушению герметичности закрепного пространства ствола и его бетонной крепи. При этом, вероятно, произошло вскрытие ранее зацементированных тектонических нарушений и появление новых техногенных трещин.

## **2.3 Гидрогеологические условия участка проектируемых работ**

В гидрогеологическом отношении район Октябрьского месторождения является сложным. Условия на месторождении складываются под воздействием геолого-структурных, климатических, мерзлотных и геоморфологических факторов. Сочетание этих факторов определяет не

только условия формирования подземных вод и их режим, но и, в значительной степени, водообильность водоносных горизонтов.

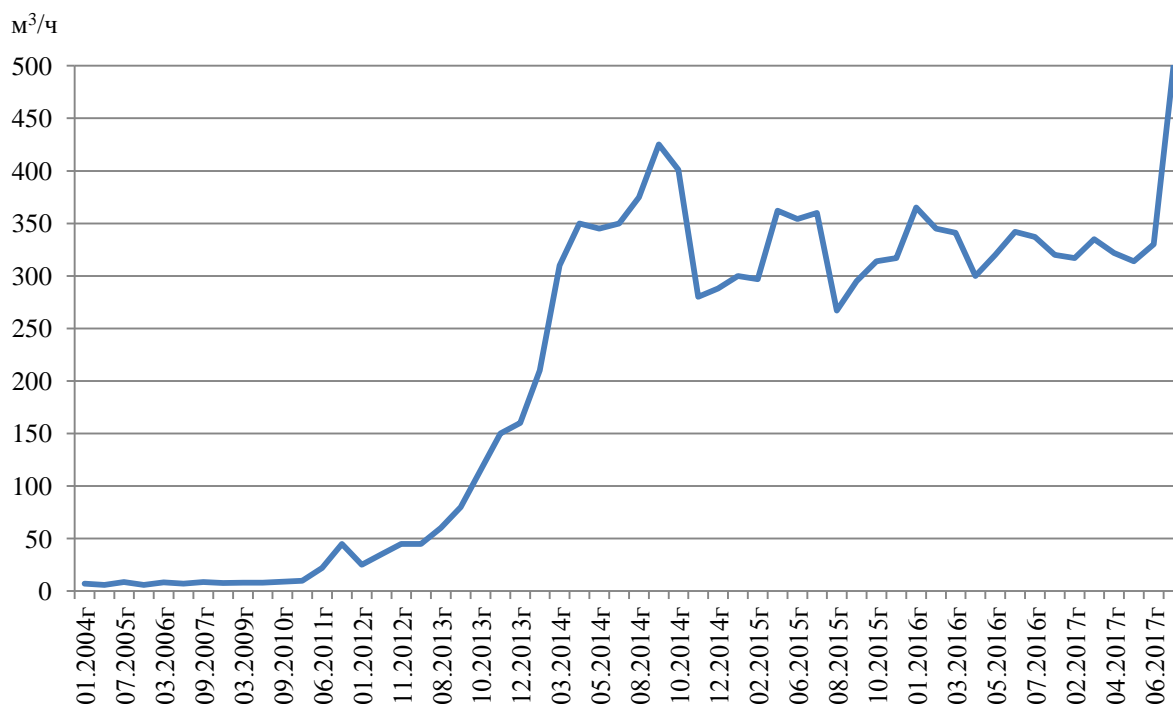


Рисунок 2.1 – Изменение водопритока во вспомогательный скиповый ствол рудника «Октябрьский»

Источниками питания подземных вод служат атмосферные осадки и конденсационный сток. Область питания охватывает всю водосборную часть рек Талнахская и Хараелах. Разгрузка происходит в реку и малые ручьи. Главным базисом дренажа является оз. Пясино, расположенное западнее.

Повсеместно распространенный криогенный водоупор мощностью от сотен метров в горных районах до нуля в местах развития таликовых зон отделяет сезонно-водоносный горизонт различного генезиса четвертичных и коренных пород, а также водоносные таликовые и таликово-криогенные горизонты долин рек и озер от подмерзлотных вод коренных пород.

Подземные воды по отношению к толще многолетнемерзлых пород делятся на надмерзлотные и подмерзлотные. Надмерзлотные воды локализируются в слое сезонного оттаивания или в пределах надмерзлотных таликов. Первые образуют горизонт площадного распространения, действующий в летний период. Вторые ограничиваются контурами таликов и имеют незначительные ресурсы. Питание надмерзлотных вод осуществляется за счет атмосферных осадков, разгрузка происходит в пониженных частях рельефа.

Подмерзлотные воды залегают непосредственно под многолетнемерзлыми породами, вскрываются на глубинах от 80 до 130 м, обладают напором, который достигает 40-70 м. Коллекторами подмерзлотных вод служат трещины различного генезиса.



Подземные воды в районе Октябрьского месторождения залегают в четвертичных отложениях и коренных породах и представлены следующими гидрогеологическими подразделениями. Карта участка работ представлена в приложении Г.

*Водоносный таликовый среднеплейстоцен-голоценовый аллювиальный, водно-ледниковый, ледниковый, озерно-ледниковый горизонт (a,f,g,lg Q<sub>II-IV</sub>)* приурочен к надмерзлотным подземным водам и распространен в долине р. Хераелах. Водовмещающими породами являются пески, валунно-галечники с прослоями супесей, суглинков, глин. Мощность горизонта изменяется в широких пределах от 5-10 м до 100 м в переуглублённых частях. Питание осуществляется за счёт талых и дождевых вод и разгрузки вод трещиноватых коренных пород. Основными путями, по которым глубинные трещинные воды коренных пород поступают в горизонт четвертичных отложений, служат зоны крупных тектонических нарушений. Разгрузка подземных вод происходит в долины временных водотоков, сток направлен к акватории водохранилища Хараелах. Коэффициент фильтрации водовмещающих пород изменяется от 5-10 до 30-200 м/сут. Максимум приходится на осевую часть долины р. Хараелах. Удельный дебит здесь достигает 64 л/с\*м, на периферии уменьшается до 0,02-5 л/с\*м. Минерализация подземных вод колеблется от 0,091 до 0,423 г/дм<sup>3</sup>. По химическому составу они относятся к сульфатно-гидрокарбонатному типу, из катионов преобладает кальций и в меньшей степени магний.

*Водоупорный криогенный сезонно-водоносный мезозойский горизонт (Mz)* приурочен к выходам интенсивно трещиноватой вулканогенной толщи нижнего триаса. С поверхности толща покрыта элювиальным слоем, на склонах - элювиально-делювиальным различной мощности от 0,1 до 0,5 м, реже 1 - 1,5 м. В большинстве случаев глубина сезонно-талого слоя достигает коренных пород, в которых формируется характеризующий водоносный горизонт.

Водоносные горизонты, залегающие ниже четвертичных отложений относятся к трещинно-жильному типу, т.е. подземные воды в основном приурочены к зонам трещиноватости, связанными с тектоническими нарушениями.

*Водоносная верхнепермская - нижнетриасовая вулканогенная пластовая зона (P<sub>2</sub>-T<sub>1</sub>)* распространена повсеместно и приурочена к туфолавым образованиям трапповой формации: базальтам, туфам, туффитам, песчаникам, аргиллитам с прослоями и линзами каменного угля. Покровы базальтов имеют мощность 5-30 м, реже достигая 150 м. Подземные воды вскрываются под многолетнемерзлыми породами на глубинах 30-50 м у подножий гор, до 300-500 м – на поверхности Норильского плато. Уровень подземных вод устанавливается на абсолютных отметках 27,9-105 м. Напорные градиенты обусловлены наличием криогенного водоупора. Водообильность водоносной пластовой зоны по мере увеличения глубины существенно уменьшается. В долине реки Талнах удельный дебит

изменяются сверху вниз от 0,6 до 0,0004 л/с\*м. В пределах собственно Норильского плато удельный дебит при опробовании интервала базальтов до 100 м не превысил 0,05 л/с\*м, в лавобрекчиях - 0,81 л/с\*м, в базальтах с прослоями туфов - 0,57 л/с\*м. Участки наибольшей водообильности приурочены к выветрелой зоне и тектоническим нарушениям, где коэффициенты фильтрации достигают 20 м/сут. В основном значения коэффициента фильтрации менее 0,01 м/сут. Питание осуществляется за счет поверхностных вод в зонах сквозных таликов на поверхности плато, разгрузка происходит у подножий гор в виде родников с дебитом 1-3 л/сек. Минерализация подмерзлотных вод вулканогенных отложений в большинстве случаев находится в пределах 0,1-0,6 г/дм<sup>3</sup>. По химическому составу воды преимущественно гидрокарбонатно-хлоридные кальциево-натриевые.

*Водоносный среднекаменноугольный-верхнепермский угленосно-терригенный комплекс (C<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>)* приурочен к выходам терригенно-угленосных отложений тунгусской серии: песчаникам, аргиллитам, углям и углистым сланцам, в верхней части разреза встречаются туфопесчаники и туфоаргиллиты. Мощность отложений составляет 30-610 м. Проницаемость и водообильность водовмещающих пород крайне низкая. Коэффициент фильтрации около 0,001 м/сут, в зонах тектонической либо контактовой трещиноватости достигает 1-2 м/сут. Удельный дебит составляет 0,001-0,01 л/с\*м. Подземные воды порово-трещинного типа, напорные, вскрываются на глубинах 20-300 м. Величина напора на изливе составляет 1,8 м, абсолютная отметка уровня - 76,8 м. По химическому составу воды до глубины 200 м сульфатные кальциевые, гидрокарбонатные кальциево-натриевые с минерализацией 0,5-1,5 г/л, глубже – сульфатно-хлоридные кальциево-натриевые с минерализацией 1,5-3 г/л.

*Водоносный средне-верхнедевонский галогенно-терригенно-карбонатный комплекс (D<sub>2-3</sub>)* комплекс прослеживается к югу от озера Пясино по периферии Норильского плато и вдоль юго-западной окраины Хараелахского плато. Водовмещающие породы представлены известняками, доломитами, мергелями, с пластами алевролитов, аргиллитов, песчаников, ангидритов, гипсов, галитов. Подземные воды трещинно-пластового типа, вскрываются на глубинах 40-600 м. Пьезометрический уровень устанавливается на глубине порядка 3,3 – 45 м, (на абсолютных отметках соответственно 30 м и 77 м). Водовмещающие породы водообильны, по зонам тектонических нарушений и в сильновыветрелой зоне сильноводообильны. Удельный дебит изменяется от 0,55 до 4,2 л/с\*м. Коэффициенты фильтрации изменяются от 0,1 до 20 м/сут. Минерализация подземных вод карбонатной толщи изменяется от 0,5-0,7 г/дм<sup>3</sup> до 1,32-2,6 г/дм<sup>3</sup>. Воды девонского комплекса, как правило, сульфатные и хлоридно-сульфатные, кальциево-натриевые и кальциево-магниевые. С глубиной, а также на территориях, где развиты соленосные отложения среднего и

верхнего девона, возрастает содержание ионов хлора. Воды становятся хлоридными натриевыми с минерализацией более 5 г/л.

Температура подземных вод в районе Октябрьского месторождения увеличивается с глубиной от 2-5<sup>0</sup>С на глубинах до 100- 200 м до 15-20<sup>0</sup>С на глубинах 600-800 м.

## **2.4 Особенности химического состава рудничных вод**

Изучение особенностей химического состава рудничных вод основано на обработке более 100 анализов проб. При исследовании был проведен сравнительный анализ рудничных вод, отобранных в шахтных стволах рудника «Октябрьский» в период с 1984 по 2016 гг.

Под рудничными (шахтными) водами месторождений понимают поверхностные и подземные воды, попавшие в горные выработки при вскрытии и эксплуатации месторождений и претерпевшие здесь определенные изменения в результате контакта с горными механизмами, рудой и рудовмещающими породами.

Химический состав рудничных вод определяется, прежде всего, видом добываемой руды и химическим составом подземных вод, вскрытых при проведении горных работ. В свою очередь, химический состав подземных вод определяется совокупностью природных факторов: физико-географических, геологических, физико-химических, физических, биологических и искусственных (антропогенных) [4].

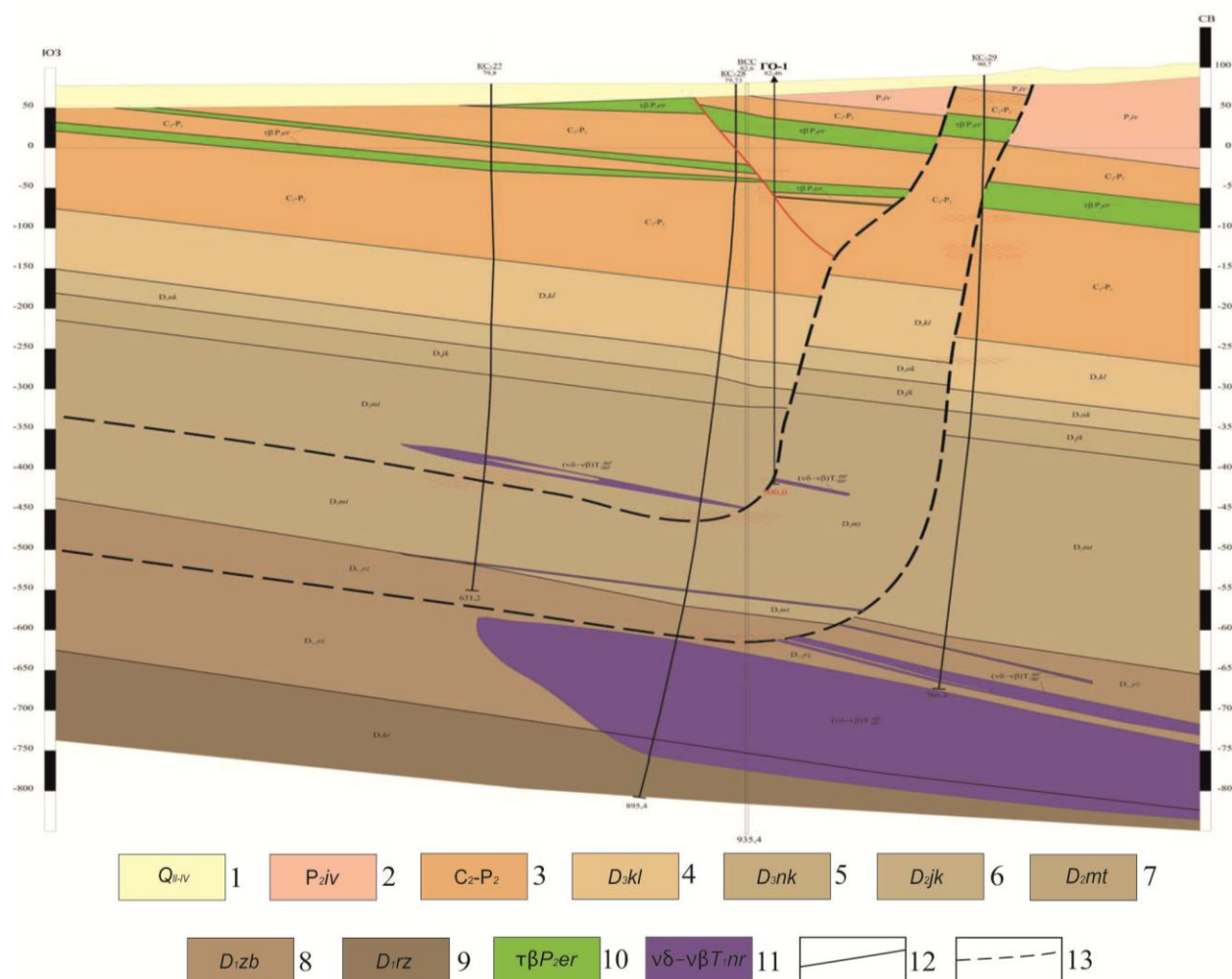
Значение перечисленных факторов в формировании состава подземных вод не равноценно. Основными факторами, непосредственно влияющими на состав подземных вод, являются климат, рельеф, гидрографическая сеть, тип горных пород, геолого-структурные особенности и т.д. Перечисленные факторы определяют интенсивность водообмена, а через него влияют на состав воды [15].

В обводнении рудника «Октябрьский» принимают участие главным образом два водоносных комплекса: водоносный среднекаменноугольный-верхнепермский угленосно-терригенный комплекс (С<sub>2</sub>-Р<sub>2</sub>) и водоносный средне-верхнедевонский галогенно-терригенно-карбонатный комплекс (D<sub>2-3</sub>), что видно на рисунке 2.2. Именно данные комплексы определяют формирование объемов и химического состава рудничных вод. Кроме того, в формировании химического состава могут принимать участие поверхностные воды и воды четвертичных отложений.

В таблице 2.2 показано содержание основных макрокомпонентов в подземных водах следующих гидрогеологических подразделений:

- подземных вод подрусловых таликов (Талнахское месторождение подземных вод [27]);
- подземных вод среднекаменноугольных-верхнепермских отложений (по результатам комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической съемки масштаба 1:200 000, 1993-1999 гг [24]);

- подземных вод девонских отложений (по результатам комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической съемки масштаба 1:200 000, 1993-1999 гг [24]).



1- среднеплейстоцен-голоценовые отложения; 2 – ивакинская свита-базальты; 3 – тунгусская серия: пески, алевролиты, конгломераты с прослоями углей; 4 – каларгонская серия: известняки, доломиты, мергели, карбонатные брекчии; 5 – накахозская свита: доломитовые и алевритоистые мергели, ангидриты, пласты доломитов; 6 – юктинская свита: известняки, гипсы, ангидриты; 7 – мантуровская свита: карбонатные брекчии, мергели, доломиты, линзы галита; 8 – зубовская свита: мергели, аргиллиты; 9 – разведочнинская свита: аргиллиты с прослоями доломитов и известняков; 10 – ергалахский интрузивный комплекс: силлы долеритов; 11 – норильский интрузивный комплекс: линзовидные пластообразные тела габбро-долеритов; 12 – геологические границы; 13 – тектонические нарушения.

Рисунок 2.2 – Геологический разрез масштаба 1:10 000

Подземные воды четвертичных отложений формируются в зоне интенсивного (активного) водообмена, питаются атмосферными осадками и речными водами, ультрапресные с минерализацией от 125,3 до 188,3 мг/л. По химическому составу подземные воды подрусловых таликов гидрокарбонатно-сульфатные магниевые-кальциевые. Усредненная формула солевого состава имеет вид:

$$M_{0,16} \frac{SO_4 58 HCO_3 35}{Ca 68 Mg 26} pH 8,1 \quad (2.1)$$

Воды водоносного среднекаменноугольного-верхнепермского комплекса (C<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>) поступают в горные выработки в результате нисходящего перетекания из угленосно-терригенных пород. По химическому составу подземные воды хлоридно-гидрокарбонатные натриевые. Усредненная формула солевого состава имеет вид:

$$M_{0,16} \frac{HCO_3 34 Cl 33}{Na 93} pH 8,3 \quad (2.2)$$

Подземные воды средне-верхнедевонского комплекса (D<sub>2-3</sub>) приурочены к галогенно-терригенно-карбонатной толще. Формируются в зоне затрудненного водообмена, слабосоленоватые с минерализацией от 323,6 до 2963,4 мг/л. По химическому составу воды комплекса хлоридно-сульфатные натриево-кальциевые. Усредненная формула солевого состава имеет вид:

$$M_{1,4} \frac{SO_4 40 Cl 34 HCO_3 12}{Ca 45 Na 40 Mg 14} pH 8,2 \quad (2.3)$$

Смешение подземных вод указанных водоносных комплексов приводят к формированию рудничных вод смешанного химического состава.

Как указывалось выше, рудничные воды формируются под воздействием физико-географических и горно-геологических условий. Воздействие этих факторов на процесс формирования водопритока и химического состава подземных вод сопровождается физико-химическими процессами, результатом которых является образование метаморфизованных вод. К физико-химическим факторам, влияющим на формирование состава вод, относятся химические свойства элементов горных пород и вод, окислительно-восстановительные и кислотно-щелочные условия среды, растворимость солей, смешение вод, катионный обмен и другие процессы [15]. По данным Э.Ф. Емлина [7], в подземных водах колчеданных месторождений Урала при смешении подземных вод различных водоносных горизонтов, а также подземных вод с поверхностными водами происходит увеличение или уменьшение концентрации растворенных веществ в подземных водах. В рудничных водах рудника «Октябрьский» также наблюдается увеличение содержания ионов Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, при

этом происходит уменьшение концентрации ионов  $\text{Fe}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{CO}_3^{2-}$  по сравнению с подземными водами девонских отложений.

Формирующиеся рудничные воды рудника «Октябрьский» слабосолоноватые с минерализацией от 386,93 до 6424,06 мг/л (в среднем – 2160,13 мг/л), по своему химическому составу относятся к хлоридно-сульфатным натриево-кальциевым. Усредненная формула солевого состава имеет вид:

$$\text{M}_{2,16} \frac{\text{SO}_4^{52} \text{Cl}^{26}}{\text{Ca}^{44} \text{Na}^{40} \text{Mg}^{12}} \text{pH } 7,7 \quad (2.4)$$

Изменение содержаний макрокомпонентов в подземных водах различных водоносных подразделений и рудничных водах показано на рисунке 2.3.

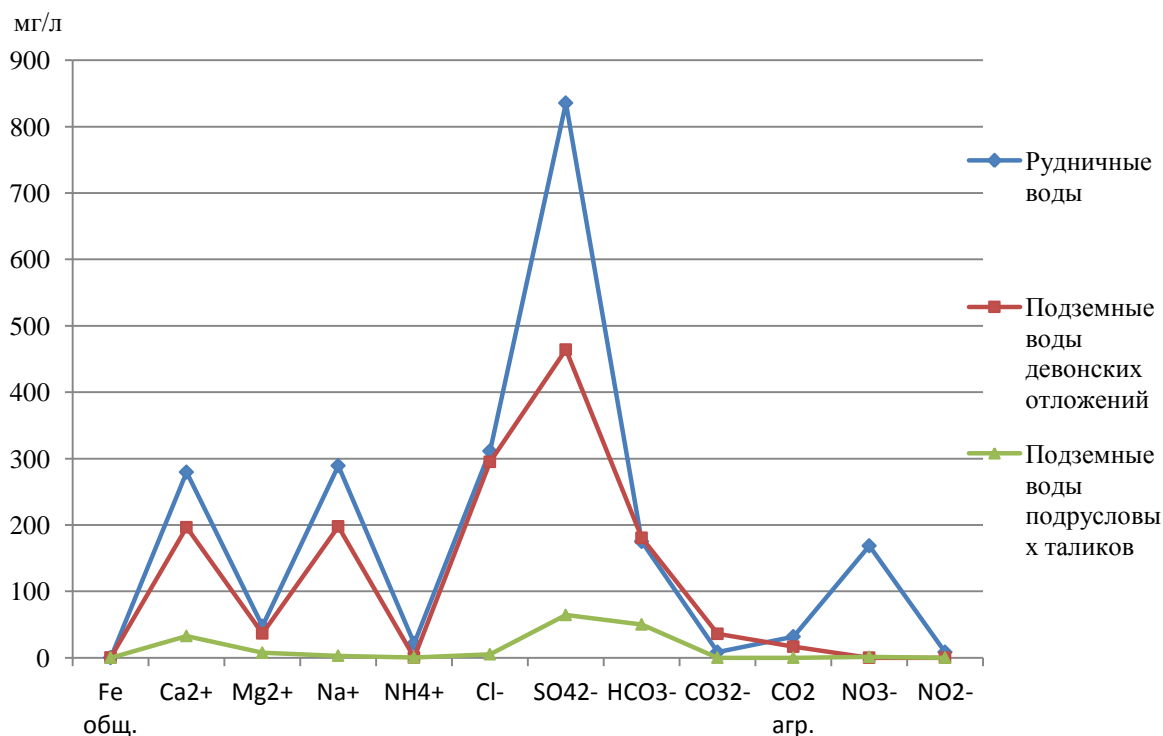


Рисунок 2.3 – Содержание основных макрокомпонентов в подземных водах

Химический состав рудничных вод близок к химическому составу подземных вод девонских отложений и кардинально отличается от подземных вод среднекаменноугольного-верхнепермского комплекса и подрусловых таликов.

Увеличение концентрации макрокомпонентов в рудничных водах по сравнению с подземными водами других водоносных подразделений приводит к увеличению их общей минерализации, что наглядно показано на рисунке 2.4. Это можно объяснить повышением агрессивности, т.е. растворяющей способности рудничных вод. Оценка агрессивности

рудничных вод и подземных вод девонских отложений по отношению к различным строительным материалам выполнена в соответствии с СП 28.13330.2012 [14] и представлена в таблице 2.3.

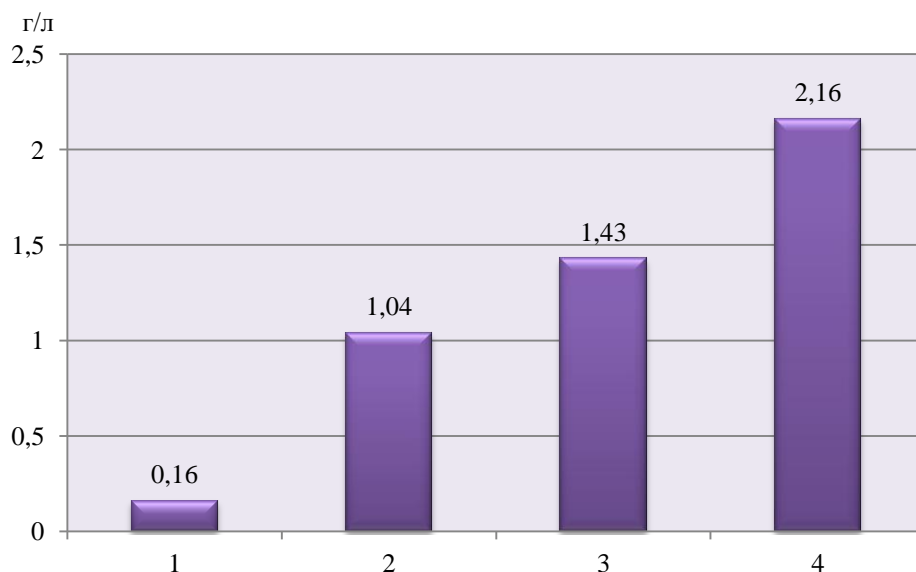


Рисунок 2.4 – Минерализация подземных вод: 1 - подрусловых таликов (Q); 2 - среднекаменноугольно-верхнепермских отложений (C<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>); 3 - девонских отложений (D<sub>2-3</sub>); 4 - рудничных вод

Таблица 2.3 – Степень агрессивного воздействия рудничных вод на бетонные, железобетонные и металлические конструкции

Вид конструкции	Показатель агрессивности	Марка бетона по водонепроницаемости					
		Рудничные воды			Подземные воды девонских отложений		
		W4	W6	W8	W4	W6	W8
Бетонная	Гидрокарбонат-ион	слабоагр	неагр	неагр	слабоагр	неагр	неагр
	Водородный показатель	неагр	неагр	неагр	неагр	неагр	неагр
	Агрессивная углекислота	слабоагр	неагр	неагр	слабоагр	неагр	неагр
	Магний-ион	неагр	неагр	неагр	неагр	неагр	неагр
	Аммоний-ион	неагр	неагр	неагр	неагр	неагр	неагр
	Натрий- и калий-ионы	неагр	неагр	неагр	неагр	неагр	неагр
	Сульфат-ион	средне-агр*	средне-агр*	средне-агр*	слабо-агр**	слабо-агр**	слабо-агр**
Железобетонная	Хлор-ион:						
	при постоянном погружении	-	неагр	неагр	-	неагр	неагр
	при периодическом смачивании	-	слабо-агр**	слабо-агр**	-	слабо-агр**	слабо-агр**
* - при максимальной концентрации иона подземные воды сильноагрессивные							
** - при максимальной концентрации иона подземные воды среднеагрессивные							

Как видно из таблицы, по показателю бикарбонатной щелочности и содержанию агрессивной уголекислоты рудничные воды и подземные воды девонских отложений обладают слабой степенью агрессивности к бетону марки W4.

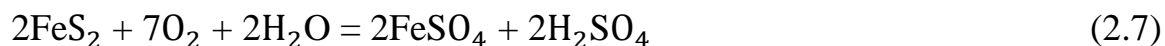
При среднем содержании сульфат-иона рудничные воды обладают средней степенью агрессивности к бетону марок W4-W8 и сильной степенью агрессивности при максимальной концентрации иона. Подземные воды девонских отложений слабоагрессивны по отношению к бетону при средних концентрациях сульфат-иона и среднеагрессивны при его максимальной концентрации. По остальным показателям подземные воды неагрессивны к бетонам и цементам различных марок.

По содержанию в воде хлоридов подземные воды неагрессивны к арматуре из железобетона при постоянном погружении. При периодическом смачивании рудничные воды и подземные воды девонских отложений обладают слабой степенью агрессивности при среднем значении концентрации иона хлора и средней степенью агрессивности при его максимальных концентрациях. По водородному показателю, сумме хлоридов и сульфатов подземные воды среднеагрессивны к конструкциям из металлов.

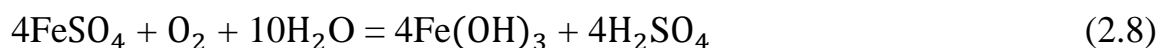
Как известно, агрессивность подземных вод связана с присутствием в воде сульфатов, ионов водорода, магния, и свободной уголекислоты [13].

В рудничных водах рудника «Октябрьский» содержание сульфат-иона варьирует от 148,1 до 2063,92 мг/л, в среднем составляя 835,55 мг/л. Содержание  $\text{SO}_4^{2-}$  в рудничных водах на начало эксплуатации месторождения (1964 г) составляло 492,6 мг/л, т.е. за период эксплуатации месторождения возросло почти в 2 раза.

Основным источником появления в воде сульфатов являются различные осадочные породы, в состав которых входят гипс и ангидрит. Немаловажное значение в обогащении вод ионами  $\text{SO}_4$  играют процессы окисления сульфидов (пирит -  $\text{FeS}_2$ , галенит –  $\text{PbS}$ , халькопирит -  $\text{Cu FeS}_2$ , сфалерит –  $\text{ZnS}$  и др.). Подземные воды, омывая на своем пути сульфидные месторождения и вызывая переход сульфидов в растворимые сульфаты, обогащаются последними. В результате окисления сульфидов тяжелых металлов образуются сульфаты металлов или серная кислота, например [12]:



В дальнейшем сульфаты железа окисляются по формуле:

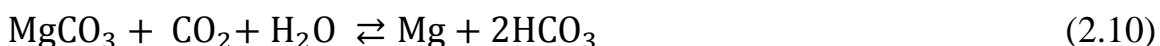
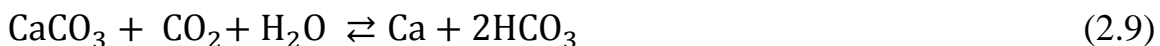




Влияние продуктов окисления сульфидов на химический состав воды заключается в увеличении концентрации ионов водорода и понижении величины рН. В подземных водах подрусловых таликов величина рН среднем составляет 8,1, девонских отложений – от 8,2. В рудничных водах величина рН варьирует в пределах от 7,13 до 8,24, в среднем составляя 7,7.

Источником поступления  $\text{CO}_2$  в подземные воды, по данным С.А. Дурова, могут служить процессы окисления многочисленных колчеданов [12]. Так, содержание углекислоты возрастает от 11,0 мг/л (воды комплекса  $\text{C}_2\text{-P}_2$ ) до 22,48 мг/л (воды комплекса  $\text{D}_{2-3}$ ), в рудничных водах доходя в среднем до 35,95 мг/л.

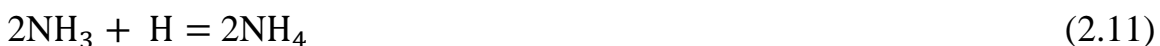
Обогащаясь  $\text{CO}_2$ , подземные воды приобретают агрессивность. Это способствует растворению карбонатных пород (известняки, доломиты и др.), которые имеют широкое распространение в нижнепермских и девонских отложениях. Соли  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{MgCO}_3$  трудно растворимы в воде и могут перейти в раствор только в присутствии углекислоты, причем растворение их в этом случае происходит по следующему уравнению [1]:



Как видно из реакций, их протекание слева направо может происходить только в присутствии  $\text{CO}_2$ .

В результате рудничные воды насыщаются ионами  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ , которые являются главными составляющими жесткости подземных вод. Как видно из рисунка 2.5, наблюдается рост общей жесткости: воды подрусловых таликов – 2,25 мг-экв/л (мягкая вода), воды девонских отложений – 12,81 мг-экв/л (очень жесткая вода), рудничные воды – 17,85 мг-экв/л (очень жесткая вода).

Особое внимание привлекают соединения азота. Источниками появления в природной воде аммония ( $\text{NH}_4$ ), а затем  $\text{NO}_2$  и  $\text{NO}_3$  являются различные сложные органические вещества животного и растительного происхождения, содержащие в своем составе белок. Образование иона аммония происходит при следующей химической реакции [12]:



Образование нитритного иона (нитрификация):



Далее происходит окисление  $\text{NO}_2$  в нитратный ион:



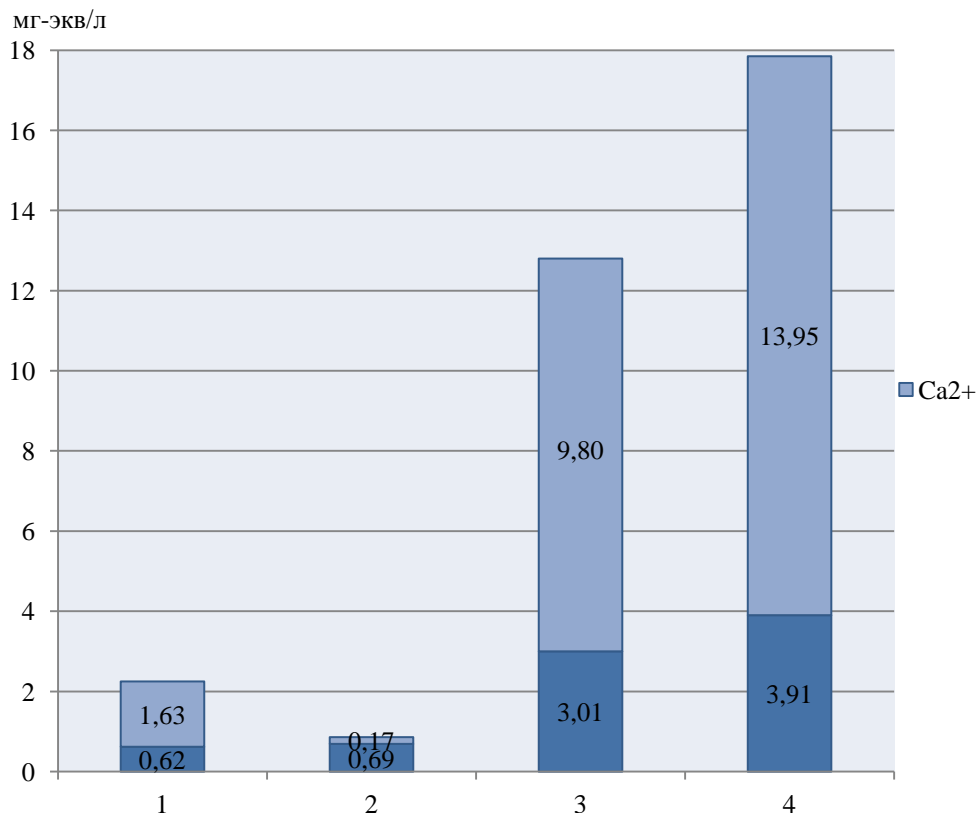


Рисунок 2.5 – Общая жесткость подземных вод: 1 - подрусловых таликов (Q); 2 - среднекаменноугольно-верхнепермских отложений ( $C_2$ - $P_2$ ); 3 - девонских отложений ( $D_{2-3}$ ); 4 - рудничных вод

Ионы аммония в естественных природных водах содержатся в небольших количествах, накапливаются при растворении в воде аммиака ( $NH_3$ ) [12]. Повышенное содержание аммония в рудничных водах (21,6 мг/л) объясняется тем, что в рудничную атмосферу аммиак попадает в результате ведения взрывных работ. При оседании, газ растворяется и переходит в ионы аммония.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- 1) рудничные воды и подземные воды девонских отложений близки по химическому составу;
- 2) содержание ионов  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $Cl^-$  и  $SO_4$  в рудничных водах выше, чем в водах подрусловых таликов и девонских отложений, причем минимальные концентрации перечисленных макрокомпонентов наблюдаются в водах четвертичных отложений;
- 3) содержание сульфатов в рудничных водах за период эксплуатации месторождения возросло почти в 2 раза;
- 4) обогащение рудничных вод аммонием связано с ведением взрывных работ;
- 5) в связи разработкой Октябрьского месторождения рудничные воды становятся агрессивными по отношению к строительным материалам.

### **3 Проектная часть**

#### **3.1 Целевое назначение и задачи проектируемых работ**

Основной целью проведения гидрогеологических работ является оценка современных гидрогеологических условий и фильтрационных параметров геологического разреза участка шахтных стволов ГС-ВЗС-ВСС и ведение мониторинга подземных вод Октябрьского месторождения медно-никелевых руд.

Многолетняя отработка рудных залежей привела к изменению горно-геологических условий месторождения. Вследствие отработки значительного подземного пространства, строительства горных выработок на более высоких отметках, осадки массива горных пород отмечается тенденция к увеличению естественного водопритока в горные выработки рудника и наблюдается дренаж вышележающих водоносных горизонтов.

Особенно негативная ситуация с ростом водопритока сложилась во вспомогательно-скиповом стволе (ВСС) рудника после отработки предохранительного целика ствола. В течение короткого периода времени произошло увеличение водопритока (с 10 до 500 м<sup>3</sup>/час), в результате чего ствол был признан аварийным и выведен из эксплуатации. Предварительный анализ ситуации показал, что подземные воды в ствол стали поступать из водоносного горизонта, приуроченного к карбонатно-галогеновым отложениям девона.

Таким образом, задача прогноза и ликвидация водопритоков приобрела в настоящее время немаловажное значение. Оработка рудной залежи в предохранительных целиках стволов ГС-ВЗС-ВСС требует систематического прогноза изменения гидрогеологических условий.

В целях построения гидродинамической модели участка шахтных стволов ГС-ВЗС-ВСС определена необходимость бурения ряда гидрогеологических скважин для уточнения современных гидрогеологических условий месторождения.

В процессе проведения проектируемых работ необходимо изучить:

- водоносные горизонты, которые участвуют или могут участвовать в обводнении Октябрьского месторождения медно-никелевых руд, их взаимосвязь с другими горизонтами и поверхностными водотоками;
- условия и режим питания подземных вод рудника, наиболее обводнённые участки и зоны;
- химический состав подземных вод.

Для решения поставленных задач планируется выполнить комплекс работ, рассматриваемый в данном проекте.

### **3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ и методика их выполнения**

В соответствии с геологическим заданием и целью проектируемых работ комплекс гидрогеологических исследований включает в себя следующие виды работ:

- подготовительный период;
- бурение гидрогеологических скважин;
- геофизические исследования в скважинах;
- опытно-фильтрационные работы;
- гидрохимическое опробование;
- лабораторные работы;
- топографо-геодезические работы;
- камеральные работы.

Проведение полевых исследований обоснованы не только значительным водопритоком в шахтный ствол ВСС, но и отсутствием в данном районе режимной сети гидрогеологических скважин для ведения мониторинга за подземными водами.

Основными задачами при выполнении проектируемых работ являются:

- уточнение литологического состава и определение характеристики трещиноватости горных пород, выделение участков тектонических нарушений;
- определение мощности и характера геокриологического состояния горных пород;
- установление современного положения уровня и характеристика напора подземных вод основных водоносных горизонтов;
- изучение взаимодействия нижележащих водоносных горизонтов с вышележащими;
- определение современных фильтрационных показателей геологического разреза;
- определение химического состава и геохимической зональности подземных вод основных водоносных горизонтов.

По завершению работ должны быть получены:

- характеристика гидрогеологических особенностей месторождения;
- гидрогеологические параметры водоносных горизонтов, участвующие в обводнении месторождения;
- величина ожидаемых водопритоков;
- рекомендации по водопонижению и дренажным мероприятиям, в т.ч. проведения необходимых для этого специальных изысканий;
- прогноз по величине депрессионной воронки, которая сформируется в результате водопонижения;
- пространственное положение участков с ослабленной устойчивостью вмещающих пород, зон выветривания, тектонического дробления, карстообразования и др.

### **3.2.1 Подготовительный период**

В подготовительный период осуществляется предварительный сбор, обобщение и анализ фондовых материалов. Сбор материалов предшествующих лет проводится в фондах и ведомственных архивах.

Работы подготовительного периода включены в состав проектирования, расчет основных расходов которого приведен в форме СМ 6 приложения А.

### **3.2.2 Рекогносцировочное обследование**

Рекогносцировочное обследование проводится с целью визуального обследования площади работ. В состав рекогносцировочного обследования входит:

- визуальная оценка рельефа, геоморфологических условий;
- описание имеющихся обнажений;
- описание естественных выходов подземных вод (родники и т.д.);
- измерение расхода родников, температуры воды;
- отбор проб воды на полевой химический анализ;
- характеристика растительности;
- описание внешних проявлений геодинамических процессов;
- выявление современных геологических процессов;
- предварительный осмотр и привязка мест заложения скважин.

Площадь обследования составит 10 км<sup>2</sup>.

### **3.2.3 Бурение гидрогеологических скважин**

В пределах горного отвода рудника «Октябрьский» предусматривается бурение 17-ти разноглубинных гидрогеологических скважин общим объемом 4376 п.м. Расположение скважин необходимо организовать по кустовому принципу. Куст состоит из 2, 3, 4-х скважин. Расстояние между скважинами в кусте, состоящем из 3-х скважин - не более 10 м (в углах равностороннего треугольника), из 4-х скважин - в виде квадрата со сторонами 10 м. Скважины в кусте оборудуются на разные водоносные горизонты: четвертичных отложений Q, пород ивакинской свиты P<sub>2iv</sub>, тунгусской серии C<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>, пород девонских отложений D<sub>2-3</sub>.

Местоположение скважин выбрано с учётом распространения наиболее перспективных водоносных подразделений, которые могут участвовать в формировании водоприток в горные выработки и развития зон открытой трещиноватости. Места заложения скважин и их количество определяются с учётом создания режимной сети и возможностью изучения взаимодействия нижележащих водоносных горизонтов с вышележащими.

Схема расположения проектных скважин представлена в Приложении Г. Глубина скважин и предполагаемый для вскрытия водоносный комплекс приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Проектные гидрогеологические скважины участка шахтных стволов ГС-ВЗС-ВСС рудника «Октябрьский»

№ пп	Куст скважин	Местоположение куста скважин	Скважины	Глубина, м	Водоносный комплекс
1	ГО1	Вблизи скважины ГО-1	Г01/1	20	Q
2			Г01/2	265	C <sub>2</sub> -P <sub>2</sub>
3	ГО2	В зоне тектонического нарушения	Г02/1	20	Q
4			Г02/2	230	C <sub>2</sub> -P <sub>2</sub>
5			Г02/3	500	D <sub>2-3</sub>
6	ГО3	Вблизи ствола ВЗС	ГО3/1	20	Q
7			ГО3/2	265	C <sub>2</sub> -P <sub>2</sub>
8			ГО3/3	500	D <sub>2-3</sub>
9	ГО4	В зоне влияния пруда- охладителя ТЭЦ (пр. Хараелах)	Г04/1	23	Q
10			Г04/2	486	C <sub>2</sub> -P <sub>2</sub>
11			Г04/3	550	D <sub>2-3</sub>
12	ГО5	В зоне удаления от рудника	Г05/1	39	Q
13			Г05/2	415	D <sub>2-3</sub>
14	ГО6	Вблизи ствола ГС	ГО6/1	14	Q
15			ГО6/2	92	P <sub>2iv</sub>
16			ГО6/3	337	C <sub>2</sub> -P <sub>2</sub>
17			ГО6/4	600	D <sub>2-3</sub>
ИТОГО:				4376	

Регламентируемый выход керна – не менее 80 %. Геолого-технический наряд на бурение скважины глубиной 600 м представлен в приложении Ж.

Учитывая параметры скважин и их разную глубину, в таблице 3.2 приведен усредненный проектный геологический разрез, который представлен в основном терригенно-карбонатными породами с редкими силами долеритов.

В связи со сложными геолого-гидрогеологическими условиями (переслаивание различных комплексов пород, тектоническая нарушенность) на всем протяжении бурения скважин требуется получение керна. Для этой цели наиболее рациональным является колонковый вращательный способ бурения. Исходя из физико-механических характеристик пород, встречающихся в разрезе, необходимо применять алмазный способ бурения. В целях сокращения затрат времени на бурение за счёт уменьшения количества спуско-подъемных операций будет использоваться комплекс со съемным керноприемником (ССК) типоразмера PQ и HQ.

Таблица 3.2 – Усредненный геологический разрез по категориям пород

№ п/п	Характеристика пород	Категория буримости	Интервал, м		
			от	до	всего
1	Валунно-гравийно-галечниковые отложения с супесчаным заполнителем	IV-IX	0	14,0	14,0
2	Средне- и крупнообломочные туфобрекчии	VI	14,0	92,0	78,0
3	Песчаники, алевролиты с карбонатными конкрециями и прослоями серых алевролитов, редкие слои долеритов	V-IX	92,03	337,0	145,0
4	Переслаивание известняков, доломитов, карбонатных брекчий, мергелей, отмечаются редкие слои долеритов (5-7 м)	VI-IX	337,0	600,0	263,0

Для получения необходимого объема керна, а также для установки насосного оборудования, допускается бурение скважины минимальным диаметром 95 мм. Минимальный диаметр рабочих обсадных колонн определяется характеристиками водоподъемного оборудования – погружным насосом Grundfos. Характеристика насосного оборудования представлена в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Характеристика насосного оборудования

Модель насоса	Высота подъема (мах), м	Производительность (мах), м <sup>3</sup> /час	Мощность (кВт)	Минимальный диаметр скважины мм
Grundfos SQ 1-50	50 (65)	1(1,7)	0,65	76
Grundfos SQ 2-70	70 (87)	2 (3,5)	1,15	76
Grundfos SQ 3-105	105 (144)	3 (4,4)	2,3	76
Grundfos SQ 5-70	70 (100)	5 (7,5)	2,3	76

В соответствии с геологическим разрезом и целевой направленностью бурения принимаются конструкции скважин, представленные в таблице 3.4. Конечная конструкция скважин должна предусматривать возможность последующего (минимум раз в год) отбора проб подземных вод для проведения химического анализа с помощью погружных насосов.

Учитывая конструкцию скважины, геолого-технические условия бурения, а также физико-географическое положение участка работ, бурение будет осуществляться передвижной модульной буровой установкой Voart Longyear LF-90D с гидравлическим приводом. Для обеспечения мобильности, буровая установка смонтирована на грузовом автомобиле. Высота мачты буровой установки составляет 10,3 м.

Таблица 3.4 – Конструкция скважин

№ скв.	Глубина скв, м	Водоносный комплекс	Диаметр, обсадной колонны, мм	Интервал установки, м	Интервал цементации обсадной колонны	Скважность %
ГО1/1	20	Q	146	0-5	0-5	
		Q	114	0-20	-	до 10
ГО1/2	265	Q-P <sub>2iv</sub>	146	0-22	0-22	
		C <sub>2</sub> -P <sub>2</sub>	114	0-265	-	до 10
ГО2/1	20	Q	146	0-5	0-5	
		Q-P <sub>2iv</sub>	114	0-20	-	10
ГО2/2	230	Q	146	0-17	0-17	
		C <sub>2</sub> -P <sub>2</sub>	114	0-230	-	10
ГО2/3	500	Q	146	0-17	0-17	
		C <sub>2</sub> -P <sub>2</sub>	114	0-260	0-260	
ГО3/1	20	Q	146	0-5	0-5	
		Q	114	0-20	-	10
ГО3/2	265	Q	146	0-20	0-20	
		C <sub>2</sub> -P <sub>2</sub>	114	0-265	-	10
ГО3/3	500	Q	146	0-20	0-20	
		C <sub>2</sub> -P <sub>2</sub>	114	0-256	0-256	
ГО4/1	23	Q	146	0-5	0-5	
		Q	114	0-23	-	10
ГО4/2	486	Q	146	0-20	0-20	
		Q-P <sub>2iv</sub>	114	20-28	20-28	
		C <sub>2</sub> -P <sub>2</sub>	89	0-486	-	10
ГО4/3	550	Q	146	0-14	0-14	
		C <sub>2</sub> -P <sub>2</sub>	114	0-376	0-376	
ГО5/1	39	Q	146	0-10	0-10	
		Q	114	0-39	-	10
ГО5/2	415	Q	146	0-20	0-20	
		Q	114	0-39	0-39	
ГО6/1	14	Q	146	0-4	0-4	
		Q	114	0-14	-	10
ГО6/2	92	Q	146	0-8	0-8	
		P <sub>2iv</sub>	114	0-92	-	10
ГО6/3	337	Q	146	0-8	0-8	
		C <sub>2</sub> -P <sub>2</sub>	114	0-118	0-118	
		C <sub>2</sub> -P <sub>2</sub>	89	0-337	-	10
ГО6/4	600	Q	146	0-14	0-14	
		D <sub>2-3</sub>	114	0-337	0-337	
Всего				3079	1515	



Забурка скважины в валунно-гравийно-галечниковые четвертичные отложения (0-14,0 м) будут проходиться «в сухую» без применения промывочной жидкости алмазными коронками диаметром 151,0 мм, с последующей обсадкой трубами 146,0 мм.

Бурение вулканогенных пород на интервале 14,0-337,0 м будет производиться алмазными коронками диаметром 122 мм с последующей обсадкой трубами 114 мм. В качестве промывочной жидкости будет применяться полимерный буровой раствор на основе полиакриламида (ПАА).

Далее до глубины 600,0 м бурение производится алмазными коронками диаметром 95 мм с промывкой буровым раствором на основе ПАА.

Компоновка колонкового снаряда разрабатывается исходя из особенностей скважины. Учитывая характеристику пород, имеем:

Интервал 0,0-14,0 м сложен породами IV-IX категории по буримости. На данном интервале применяется алмазная коронка 02ИЗ серии NQ Boart Longyear с наружным диаметром 151 мм, колонковые трубы Boart Longyear PQ длиной 3,0 м и диаметром 146,0 мм, переходник на бурильные трубы П1-50/146. На данном интервале применяется крепление обсадными трубами диаметром 146 мм, затрубное пространство следует зацементировать. Устанавливается обсадная труба (кондуктор) диаметром 146 мм.

Интервал 14,0-337,0 м представлен вулканогенными породами, а также песчаниками, алевролитами с карбонатными конкрециями и прослоями серых алевролитов, отмечаются редкие силы долеритов. Породы относятся к V-IX категориям по буримости. Бурение будет производиться алмазной коронкой 38ИЗГ серии PQ Boart Longyear с наружным диаметром 122 мм, колонковые трубы Boart Longyear PQ длиной 3,0 м и диаметром 122,0 мм, расширитель РСА-122. На всем рассматриваемом интервале следует установить обсадные трубы и применить цементацию затрубного пространства.

Интервал 337,0-600,0 м представлен породами VI-IX категории по буримости - переслаиванием известняков, доломитов, карбонатных брекчий, мергелей с редкими силами долеритов. На данном интервале бурение будет осуществляться алмазными коронками 38ИЗГ серии HQ Boart Longyear с наружным диаметром 95 мм, колонковые трубы Boart Longyear HQ длиной 3,0 м и диаметром 95,0 мм.

Компоновка забойных снарядов представлена в таблице 3.5.

Учитывая характеристику пород и породоразрушающего инструмента, принимаем следующие параметры режима бурения:

- А) Осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент;
- Б) Частота вращения бурового снаряда;
- В) Расход очистного агента.

А) При бурении алмазными коронками осевая нагрузка на коронку определяется по формуле 3.1:

$$C = C_0 * S, Н \quad (3.1)$$

Таблица 3.5 – Компонровка забойного снаряда

№ п/п	Литолого- петрографическая характеристика пород	Свойства	Категория по буримости	Компновка забойного снаряда
1	2	3	4	5
1	Валунно-гравийно-галечниковые отложения с супесчаным заполнителем	Мерзлые, абразивные, неустойчивые	IV-IX	Алмазная коронка 02ИЗ с наружным Ø151 мм, колонковые трубы типоразмера PQ, переходник П1-50/146, обсадные трубы Ø146 мм
2	Средне- и крупнообломочные туфобрекчии	Слаботрещиноватые, среднеабразивные	VI	Алмазная коронка 38ИЗГ с наружным Ø122 мм, расширитель РСА-122, колонковые трубы типоразмера PQ, обсадные трубы Ø122 мм
3	Песчаники, алевролиты с карбонатными конкрециями и прослоями серых алевролитов, редкие силы долеритов	Неустойчивые, слаботрещиноватые, среднеабразивные,	V-IX	Алмазная коронка 38ИЗГ с наружным Ø122 мм, расширитель РСА-122, колонковые трубы типоразмера PQ, обсадные трубы Ø122 мм
4	Переслаивание известняков, доломитов, карбонатных брекчий, мергелей, редкие силы долеритов (5-7 м)	Устойчивые, абразивные	VI-IX	Алмазная коронка 38ИЗГ с наружным Ø95 мм, колонковые трубы типоразмера HQ

где  $C_0$  – удельная осевая нагрузка на 1 см<sup>2</sup> рабочей площади торца коронки, кг/см<sup>2</sup> (или Н/см<sup>2</sup>);

$S$  – рабочая площадь торца коронки, см<sup>2</sup>.

$$S = k_y * \frac{\pi}{4} (D_H^2 - D_B^2), \text{ см}^2 \quad (3.2)$$

где  $k_y$  - коэффициент уменьшения площади торца коронки за счет промывочных каналов.

Б) Частоту вращения коронки определяют по формуле 3.3:

$$n = \frac{19,1 * V}{D}, \text{ об/мин} \quad (3.3)$$

где  $V$  – окружная скорость коронки, м/с;

$D$  – средний диаметр коронки, м.

$$D=0,5(D_H+D_B) \quad (3.4)$$

В) Расход промывочной жидкости рассчитывают по формуле:

$$Q = q_0 * D_H, \text{ л/мин} \quad (3.5)$$

где  $q_0$  – удельный расход жидкости на 1 см диаметра коронки, л/мин;

$D_H$  – наружный диаметр коронки, см.

Для алмазного бурения осевая нагрузка на коронку, частота вращения и расход промывочной жидкости рассчитываются по формулам и корректируются в соответствии с рекомендациями по выбору способа бурения и типа колонкового снаряда (ВИТР). Все основные параметры бурения выбираем в соответствии с рекомендациями производителя.

В таблицу 3.6 внесены результаты расчёта режимов бурения.

1) Интервал 0,0-14,0 м:

Осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент:

$$C=12 \text{ кН}$$

Частота вращения бурового снаряда:

$$n = 400 \text{ об/мин}$$

Расход промывочной жидкости не рассчитывается, поскольку забуривание происходит «в сухую».

2) Интервал 14,0-337,0 м:

Осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент:

$$C=14 \text{ кН}$$

Частота вращения бурового снаряда:

$$n = 800 \text{ об/мин}$$

Расход промывочной жидкости:

$$Q = 50 \text{ л/мин}$$

3) Интервал 337,0-600,0 м:

Осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент:

$$C=15 \text{ кН}$$

Частота вращения бурового снаряда:

$$n = 800 \text{ об/мин}$$

Расход промывочной жидкости:

$$Q = 50 \text{ л/мин}$$

Таблица 3.6 – Результаты расчёта режимов бурения.

№ п/п	Литолого-петрографическая характеристика пород	Тип и размеры породоразрушающего инструмента	Режим бурения		
			Осевая нагрузка на коронку, кН	Частота вращения, об/мин	Расход промывочной жидкости, л/мин
1	Валунно-гравийно-галечниковые отложения с супесчаным заполнителем	Импрегнированная алмазная коронка 02ИЗ Ø151 мм	12	400	0
2	Средне- и крупнообломочные туфобрекчии	Импрегнированная алмазная коронка 38ИЗГ Ø122 мм	14	800	50
3	Песчаники, алевролиты с карбонатными конкрециями и прослоями серых алевролитов, редкие силы долеритов	Импрегнированная алмазная коронка 38ИЗГ Ø122 мм	14	800	50
4	Переслаивание известняков, доломитов, карбонатных брекчий, мергелей, редкие силы долеритов (5-7 м)	Импрегнированная алмазная коронка 38ИЗГ Ø95мм	15	800	50

Промывка скважин на интервале 14,0-600,0 м будет осуществляться полимерным буровым раствором на основе полиакриламида (ПАА). Для подачи бурового раствора в скважину будет применяться буровой насос W11 с гидроприводом. Приготовление раствора будет производиться на месте с помощью миксера. Все скважины необходимо оборудовать пьезометрическими перфорированными трубками и герметичными закрывающимися оголовками.

### 3.2.4 Вспомогательные работы, сопутствующие бурению

В соответствии с технологическими требованиями проходки скважин предусматриваются и учитываются следующие вспомогательные работы: проработка ствола скважин, крепление стенок скважины обсадными трубами, монтаж, демонтаж и перевозка буровых агрегатов.

*Проработка скважин* осуществляется перед спуском обсадных труб. Объемы работ представлены в нижеследующей таблице 3.7:

Таблица 3.7 - Объемы проработки скважин

Средний диаметр, мм	Средняя глубина проработки, м	Количество проработок
до 151 с обсадкой 146мм	0,0-22,7	17
до 122 с обсадкой 114 мм	22,7-316,6	17
до 96 с обсадкой 89мм	28,0-411,0	2
Всего	699,6	36

*Цементирование колонны обсадных труб* и герметизации затрубного пространства необходимо для предотвращения межпластовых перетоков. Объем работ представлен в таблице 3.8.

Таблица 3.8 - Объем цементирования колонны обсадных труб

№ скв	Диаметр, мм	Интервал цементирования, м	Длина, п.м.
1	2	3	4
Г01/1	146	0-5	5
Г01/2	146	0-22	22
Г02/1	146	0-5	5
Г02/2	146	0-17	17
Г02/3	146	0-17	17
Г02/3	114	0-260	260
Г03/1	146	0-5	5
Г03/2	146	0-20	20
Г03/3	146	0-20	20
Г03/3	114	0-256	256
Г04/1	146	0-5	5
Г04/2	146	0-20	20
Г04/2	114	20-28	8
Г04/3	146	0-14	14
Г04/3	114	0-376	376
Г05/1	146	0-10	10
Г05/2	146	0-20	20
Г05/2	114	0-39	39
Г06/1	146	0-4	4
Г06/2	146	0-8	8
Г06/3	146	0-8	8
Г06/3	114	0-118	118
Г06/4	146	0-14	14
Г06/4	114	0-337	337
Всего			1608

*Установка фильтровых колонн* производится с целью предотвращения обвалов трещиноватых пород в процессе бурения, при проведении опытно-фильтрационных работ. Предусматривается в скважинах, пробуриваемых на водоносный горизонт четвертичных отложений. Номера скважин, а так же интервалы установки фильтровых колонн представлены в таблице 3.9.

*Монтаж, демонтаж и перемещение буровой установки.* При монтажно-демонтажных работах перемещение самоходной буровой установки производится в среднем на расстояние менее 500 м. Монтаж, демонтаж и перевозка буровых установок и зданий будет осуществляться силами буровой бригады с применением тракторов Т-170 на заранее

подготовленные площадки, без разборки бурового здания, с разборкой мачты (складыванием). Работы будут проводиться круглосуточно. Всего по проекту предусматривается 17 монтажей, демонтажей и перемещений.

Таблица 3.9 – Установка фильтровых колонн

№ п/п	№ скважины	Диаметр, мм	Интервал установки, м
1	2	3	4
1	ГО1/1	114	5-20
2	ГО2/1	114	5-20
3	ГО3/1	114	5-20
4	ГО4/1	114	5-23
5	ГО5/1	114	10-39
6	ГО6/1	114	4-14

### 3.2.5 Предупреждение и ликвидация аварий

Аварией при бурении принято называть те отклонения от нормального технологического процесса, которые происходят в скважине и являются причиной прекращения ее дальнейшего углубления. Причины аварий подразделяют на геологические, технические и технологические. Также под аварией понимают непреднамеренное прекращение углубки буровой скважины, вызванное нарушением её состояния или находящегося в ней бурового инструмента, а также оставлением в ней геофизических и гидрогеологических приборов, случайным падением посторонних предметов.

В нашем случае возможны прихваты труб и породоразрушающих инструментов, ввиду высокой прочности горных пород, а также падение бурового снаряда и труб в скважину, либо падения посторонних тяжелых предметов, геофизических и гидрогеологических приборов.

Для ликвидации аварий с трубами предполагается использовать:

- колокол - ловильный резьбонарезной инструмент для соединения с наружной поверхностью извлекаемых труб А-76;
- труборезы – для разрезания колонны труб в скважине с целью их извлечения;
- ловильные метчики (Д-108, Д-73, Д-89) - ловильный резьбонарезной инструмент, для соединения с внутренней поверхностью извлекаемых труб;
- домкрат – для извлечения обсадных труб и сильно прихваченного инструмента;
- забойные вибраторы (ЗВ-2) – для прихвата бурового инструмента;
- паук – для ловли мелких предметов;
- магнитные ловушки (ЛМ-76) – для улавливания и извлечения мелких металлических предметов;
- фрезер (ФК-76) – для разрушения коронок или мелких предметов на забое;

### 3.2.6 Геофизические исследования в скважинах

Основной целью геофизических исследований скважин (ГИС) является получение достоверной информации о состоянии и параметрах геологической среды и, в первую очередь, о физических свойствах. В процессе выполнения ГИС будут решены следующие задачи:

- уточнение геологического разреза;
- выявление особенностей изменения фильтрационных свойств в разрезе;
- изучение взаимосвязи водоносных горизонтов;
- оценка гидрогеологических параметров водоносных горизонтов;
- изучение технического состояния стволов скважин.

С учетом необходимости детализации разреза, вскрытого скважинами, и определения положения интервалов водопритоков в скважинах предусмотрен комплекс ГИС, включающий следующие виды работ:

- гамма-каротаж (ГК);
- каротаж сопротивления (КС);
- кавернометрия (КМ);
- термометрия (ТМ);
- резистивиметрия (РЕЗ);
- расходометрия (РМ) в стационарном и динамическом режиме;
- инклинометрия (ИК).

*Гамма-каротаж (ГК)* предусмотрен для литологического расчленения разреза скважин. Метод ГК основан на измерении гамма-излучения естественных радиоактивных элементов, содержащихся в горных породах. Измерения предусмотрено проводить прибором ГТР-43 с шагом измерений 0,25 м. Объем работ составляет 4240 п.м.

*Каротаж сопротивлений (КС)* основан на измерении разности потенциалов между двумя электродами. Данные каротажа сопротивлений будут использованы для литологического расчленения пород по степени проницаемости, определения их фильтрационных свойств. Измерения необходимо производить прибором ЦСП-ВПРМ-43 с шагом 0,25 м. Объем работ 4013 п.м.

*Кавернометрия (КМ)* применяется для изучения технического состояния стенок ствола скважины, определения участков и границ каверн, целостности обсадных колонн. Работы выполняются цифровыми управляемым каверномером КМ-43 с шагом измерений 1 м. Объем работ составляет 2458 п.м.

*Инклинометрия (ИК)* выполняется для определения степени искривления ствола скважины, определения условных координат оси траектории скважины от устья. Инклинометрия проводится скважинным гироскопическим инклинометром ИГН-73 в непрерывном режиме внутри бурового снаряда с шагом измерений 0,25 м. Объем работ 265 п.м.

*Термометрия (ТМ)* выполняется с целью получения характеристик распределения температур по разрезу и, по возможности, выявления интервалов основных водопритоков. Замеры температуры производятся комплексным прибором ГТР-43 с шагом измерений 1 м. Объем работ составляет 2548 п.м.

*Резистивиметрия (РЕЗ)* необходима для выявления зон притока (поглощения) воды. Проектом предусмотрено применение прибора ГТР-43 одновременно с регистрацией температуры. Шаг измерений 1 м. Объем работ - 2548 п.м.

*Расходомерия (РМ)* применяется для выделения интервалов притока или поглощения жидкости, выявление наличия перетока жидкости по стволу скважины между пластами, изучения суммарного дебита или расхода подземных вод. При выполнении работ предусмотрено применение механического расходомера РЭТС-2МК с шагом измерений 1 м. Объем работ составляет 2458 м.

Проектируемые виды и объёмы геофизических исследований в скважинах приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 - Виды геофизических исследований

№ скв.	Метод и интервал, м	Исследуемый ВГ	Объём работ, п.м. по методу	Шаг измерений, м
1	2	3	4	5
ГО1/2,	ГК, ГГК-п, КМВ, ИК.(0-265)	На всю глубину скважины	4240	0,25
ГО2/2,	ГК, ГГК-п (0-230)			
ГО2/3,	ГК, ГГК-п (0-500)			
ГО3/2	ГК, ГГК-п (0-265)			
ГО3/3	ГК, ГГК-п (0-500)			
ГО4/2	ГК, ГГК-п (0-376)			
ГО4/3,	ГК, ГГК-п (0-550)			
ГО5/2,	ГК, ГГК-п (0-415)			
ГО6/2	ГК, ГГК-п (0-92)			
ГО6/3	ГК, ГГК-п (0-337)			
ГО6/4	ГК, ГГК-п (0-600)			
ГО1/2,	КС (20-265)	На всю глубину скважины	4013	0,25
ГО2/2,	КС (20-230)			
ГО2/3,	КС (20-500)			
ГО3/2	КС (20-265)			
ГО3/3	КС (20-500)			
ГО4/2	КС (118-376)			
ГО4/3,	КС (376-550)			
ГО5/2,	КС (39-415)			



Продолжение таблицы 3.10

1	2	3	4	5
ГО6/2	КС (14-92)	На всю глубину скважины	4013	0,25
ГО6/3	КС (14-337)			
ГО6/4	КС (14-600)			
ГО1/2,	КМ, ТМ, РЕЗ, РМ (20-265)	$C_2 - P_2$	2458	1,0
ГО2/2,	КМ, ТМ, РЕЗ, РМ (20-230)	$C_2 - P_2$		
ГО2/3	КМ, ТМ, РЕЗ, РМ (230-500)	$D_{2-3}$		
ГО3/2	КМ, ТМ, РЕЗ, РМ (20-265)	$C_2 - P_2$		
ГО3/3	КМ, ТМ, РЕЗ, РМ (265-500)	$C_2 - P_2$		
ГО4/2	КМ, ТМ, РЕЗ, РМ (118-376)	$D_{2-3}$		
ГО4/3	КМ, ТМ, РЕЗ, РМ (375-550)	$C_2 - P_2$		
ГО5/2	КМ, ТМ, РЕЗ, РМ (39-415)	$D_{2-3}$		
ГО6/2	КМ, ТМ, РЕЗ, РМ (0-92)	$D_{2-3}$		
ГО6/3	КМ, ТМ, РЕЗ, РМ (92-337)	$C_2 - P_2$		
ГО6/4	КМ, ТМ, РЕЗ, РМ (337-600)	$P_{2iv}$		

### 3.2.7 Опытнo-фильтpационные работы

Основным видом гидрогеологических исследований являются опытнo-фильтpационные работы (ОФР), которые выполняются с целью определения фильтpационных параметров водоносных горизонтов и отбора проб подземных вод для химического анализа.

Проектом предусматpивается проведение следующих видов ОФР:

- опытнeе откачки (экспресс-наливы, экспресс-откачки);
- кустовые откачки.

Опытнo-фильтpационные работы выполняются по общепринятым методикам [5, 10].

Для получения представительного расчетного участка на индикаторном графике откачки перед проведением откачки следует привести фильтpационное сопротивление скважины в стабильное состояние. С этой целью необходимо проведение прокачек. Прокачки ведутся эрлифтной установкой до полного осветления воды. Установка монтируется на глубину ориентировочно 80 м. Отвод откачиваемой воды осуществляется в понижения рельефа на расстояние не менее 50 м, чтобы предотвратить попадание воды в скважину. Средняя продолжительность прокачек составляет 8 часов. После прокачки для достижения исходного уровня следует пронаблюдать его восстановление в течение 8 часов.

*Опытнeе откачки* предусмотрены для оценки фильтpационных свойств водовмещающих пород, получения их сравнительной характеристики на различных участках. Для изучения взаимодействия водоносных горизонтов при проведении откачки из одной скважины, одновременно ведутся наблюдения по соседним скважинам. Откачки необходимо проводить

погружным скважинным насосом Grundfos SQ 3-105. Замеры уровня подземных вод проводятся с помощью электроуровнемера УСК-ТЭ-300. Замеры дебита выполняются объемным методом емкостью объемом 200 л.

После проведения откачки проводятся замеры восстановления уровней по каждой скважине. Продолжительность опытной откачки из каждой скважины с постоянным расходом должна быть не менее 5 суток.

*Экспресс-откачки* предусматриваются в случае весьма низких фильтрационных свойств водовмещающих пород. При проведении экспресс-откачек необходимо руководствоваться методикой проведения пробных откачек.

*Экспресс-наливы* предусматриваются в случае отсутствия возможности проведения пробной откачки по причине невозможности откачки насосом, низкого положения уровня подземных вод и низких фильтрационных свойств пород. Экспресс-наливы проводятся по следующей методике: «мгновенный» налив воды с постоянным расходом до устья скважины и прослеживание понижение уровня.

*Кустовые откачки* проводятся для изучения фильтрационных параметров водовмещающих пород по площади. Проектом предусмотрено проведение одной кустовой откачки. Центральная скважина – ГО2/3, наблюдательные - ГО2/1, ГО2/2, ГО2/3, ГО3/2, ГО3/3, ГО4/2, ГО4/3. Продолжительность откачки 15 суток. После окончания кустовой откачки ведутся наблюдения за восстановлением уровня в течение 3 суток.

Частота замеров уровня и дебита при опытных и кустовых откачках, а также при наблюдении за восстановлением уровня: первые 10 минут – через минуту, далее до получаса – через 5 минут, далее до часа – через 10 минут, второй час – через 20 минут; далее в течение суток – через 1 час и в последующем до завершения вида работ через 2-4 часа в зависимости от характера изменения уровня [5].

Обязательным условием качественного проведения ОФР является установка замерной колонны труб для надёжной работы электроуровнемера. Пьезометрическая трубка (замерная труба) устанавливается на глубину примерно соответствующую глубине установки насоса. Диаметр металлической трубы - 25-32 мм.

После завершения буровых и опытно-фильтрационных работ скважина оборудуется оголовком.

Всего будет проведено 17 опытных откачек и 1 кустовая откачка.

### **3.2.8 Режимные наблюдения**

После завершения опытно-фильтрационных работ скважины будут переданы для осуществления режимных наблюдений. К задачам режимных наблюдений относится:

- изучение условий взаимосвязи подземных вод различных водоносных подразделений;

- определение расчетных гидрогеологических параметров;
- изучение химического состава подземных вод.

Режимные наблюдения за подземными водами необходимо проводить во время отработки рудника. Частота замеров – один раз в неделю. Режимные наблюдения включают в себя:

- замер уровня подземных вод;
- измерение температуры подземных вод;
- отбор проб воды из скважин.

Замеры уровня и температуры подземных вод выполняются электроуровнемером с термометром УСК-ТЭ-300.

### **3.2.9 Гидрохимическое опробование**

В конце откачек в каждой скважине предусматривается отбор проб воды на полный химический анализ. В процессе отбора проб, непосредственно в полевых условиях необходимо произвести замер pH, Eh, минерализации.

При проведении кустовой откачки будут отобраны пробы воды на полный химический анализ в начале, в середине и в конце откачки.

Всего будет отобрано 20 проб подземных вод на полный химический анализ.

### **3.2.10 Лабораторные работы**

Лабораторные работы включают в себя проведение полного химического анализа подземных вод. Полный химический анализ включает в себя определение макро- и микрокомпонентов, токсичных специфических компонентов, связанных с разработкой месторождения - железо, марганец, медь, никель, кобальт, титан, стронций, барий, бром, определение нефтепродуктов и агрессивности подземных вод.

Всего необходимо исследовать 20 проб подземных вод. Лабораторные исследования планируется выполнить в сертифицированной химической лаборатории г. Норильска.

### **3.2.11 Топографо-геодезические работы**

Топографо-геодезические работы выполняются с целью определения планового положения скважин в соответствии с «Инструкцией по топографо-геодезическому и навигационному обеспечению геологоразведочных работ» [8] . Все устья скважин необходимо топографически привязать по имеющимся координатам x, y, z с точностью до сантиметров.

Вынос точек на местность будет осуществляться при помощи тахеометра Leica TCR405. В состав используемого оборудования входит сам тахеометр, штатив, 2 вехи и набор отражателей.

Перед началом работ необходимо занести координаты всех скважин в тахеометр. Затем, используя электронный тахеометр и мерные приборы отложить рассчитанные углы и расстояния на местности. Вынос точек в натуру завершается закреплением точек долговременными межевыми знаками.

Всего планируется произвести привязку 17 скважин.

### 3.2.12 Камеральные работы

Камеральные работы будут проводиться в течение 2 месяцев с целью обработки и обобщения всех материалов, полученных в результате проведения работ. По результатам рекогносцировочных работ составляются карты фактического материала. По результатам полевых работ формируются таблицы баз данных, в которые заносятся сведения, собранные во время выполнения работ: колонки скважин, реестры образцов, вещественный состав водовмещающих пород, химический состав подземных вод, положение уровня, температура воды и т.д.

Камеральная обработка материалов опытно-фильтрационных работ включает в себя приемку и проверку полевой документации, составление листов откачек, необходимых графиков и таблиц, выполнение расчетов гидрогеологических параметров, обработку данных лабораторных исследований.

Сводный перечень проектируемых работ представлен в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Виды и объемы проектируемых работ

Виды работ	Единицы измерения	Объем работ
1	2	3
Подготовительный период и проектирование	мес	1
Буровые работы:		
- бурение гидрогеологических скважин	п.м	4376
- крепление скважины обсадными трубами	м	3079
- цементация обсадных колонн	м	1608
- проработка скважин		699,6
- монтаж, демонтаж и перемещение буровой установки	1 м-д	17
Геофизические исследования в скважинах:		
- гамма-каротаж (ГК)	п.м	4240
- каротаж сопротивления (КС)		4013
- кавернометрия (КМ)		2458
- термометрия (ТМ),		2458
- резистивиметрия (РЕЗ)		2458
- расходомерия (РМ)		2458
- инклинометрия (ИК)		265

Продолжение таблицы 3.11

1	2	3
Опытно-фильтрационные работы:		
- прокачка скважин эрлифтом	опыт	17
- пробные откачки		17
- кустовые откачки		1
Гидрохимическое опробование	проба	20
Лабораторные работы	проба	20
Топографо-геодезические работы	точка	17
Камеральные работы	мес	2

### 3.3 Мероприятия по охране окружающей среды

Участок работ расположен в Норильском районе Красноярского края, севернее района Талнах г. Норильска. Участки проведения работ не относятся к особо охраняемым объектам и не имеют значимых, по отношению к окрестным территориям, природных или исторических характеристик.

Полевые работы на участке будут осуществляться с 1.05.2019 г по 30.09.2019 г.

Учитывая кратковременность работ, а также их незначительный локальный характер по площади, уровень техногенного воздействия не окажет необратимого воздействия на окружающую среду и на её отдельные компоненты, рассмотренные ниже.

Таблица 3.12 - Общие сведения о предприятии и источниках его воздействия

Наименование	Параметры и реквизиты
Местоположение объекта	Норильский район Красноярского края
Продолжительность работ	с мая по сентябрь 2019г.
Режим работы	Посменно на буровой установке
Количество одновременно работающих, человек на буровой	7
Количество скважин	17
Общая площадь используемых земель, км <sup>2</sup>	0,00425
Глубина бурения, м	600
Потенциальные источники загрязнения окружающей среды:	
Буровая установка – LF-90D	2 шт
Дизельэлектростанция АДС-75	1 шт.
Предполагаемый расход топлива за весь период работы (тонн):	
- дизельное топливо	119,5
- бензин	4,1
Площадь нарушаемых русел рек, м <sup>2</sup>	нет
Площадь лесочистки всего, га	нет

Проектируемые работы оказывают следующее воздействие на компоненты окружающей среды:

- выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве буровых работ незначительные, загрязнение атмосферного воздуха возможно только продуктами сгорания дизельного топлива;
- воздействие на поверхностные воды заключается в отборе воды из водотоков для бурения скважин и сброс подземных вод при опробовании скважин;
- воздействие на недра происходит в процессе бурения скважин;
- воздействие на подземные воды заключается в изъятии части подземного стока при опробовании водоносных горизонтов вследствие кратковременных изменениях условий разгрузки, вызванных откачками и прокачками.

Для уменьшения негативного влияния на окружающую среду, которое неизбежно при проведении работ предусмотренных проектом, необходимо подобрать комплекс мероприятий для охраны и рационального использования земель, водных ресурсов, недр:

- сбор отходов производства и жизнедеятельности и их утилизация;
- рациональное использование природных ресурсов на площади хозяйственной деятельности;
- компенсация нанесенного ущерба окружающей среде.

### **3.3.1 Воздействие на атмосферу**

Производство геологоразведочных работ включает следующие виды работ, связанные с выделением вредных веществ в атмосферный воздух:

- работа двигателей буровых установок LF-90D;
- работа дизельной электростанции АДС-75 питающей буровую установку (продукты сгорания дизельного топлива);
- хранение топлива.

Продолжительность отдельных видов работ определена проектом и составляет:

- бурение – 818,36 смен (239 дней);
- работа грузового автомобиля ГАЗ-66 – 22 смены (6 дней);
- откачки погружным насосом – 385 смен (112 дней).

При этих работах выделение вредных веществ в атмосферный воздух связано с работой дизельного двигателя буровой установки, работой двигателя автомобиля каротажной установки, работой дизельной электростанции АДС-75 при откачках, работой дизельного двигателя буровой установки при прокачках, при сопутствующих работах - ремонт, сварка и резка труб.

Все источники загрязнений атмосферы считаются неорганизованными и относятся к стационарным источникам. Характеристика преобладающих загрязняющих газовых выбросов представлена в таблице 3.13.

Специфика производственной деятельности при производстве геологоразведочных работ не дает возможности выполнить достоверный расчет загрязнения атмосферного воздуха, вызванного выбросами продуктов сгорания дизельного топлива, поскольку эти источники носят неорганизованный характер, не имеют постоянной привязки на местности и действуют периодически. Учитывая, что все эти источники являются низкими (до 2 м), можно предположить, что максимальные приземные концентрации будут наблюдаться в непосредственной близости от работающей техники и механизмов, поскольку величина секундных выбросов вредных веществ незначительна. Загрязнение атмосферного воздуха за пределы площадки не распространится.

Таблица 3.13 – Характеристика загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	Класс опасности	ПДК м.р.	Характеристика вещества
1	2	3	4	5
1	Азота диоксид	II	0,085	Обладает раздражающим и прижигающим действием на дыхательные пути
2	Азота оксид	III	0,4	
3	Углерод черный (сажа)	III	0,15	Оказывает резорбтивное действие
4	Серы диоксид	III	0,5	Раздражает слизистые оболочки
5	Углерода оксид	IV	5,0	Оказывает токсическое действие на клетки, нарушая поступление кислорода в ткани
6	Углеводороды предельные	IV	1,0	Токсическое действие на костный мозг
7	Формальдегид	II	0,035	Раздражающий газ, вызывает дегенеративные процессы в паренхиматозных органах
8	Бензопирен	I	0,00001	Оказывает канцерогенное действие
9	Взвешенные вещества	III	0,5	Оказывает фиброгенное действие

Для уменьшения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при выполнении геологоразведочных работ будут предусмотрены следующие мероприятия:

- поставка бурового станка комплектно с аппаратами сухого пылеулавливания, обеспечивающими снижение пыли на 95%;
- регулировка двигателей внутреннего сгорания и применение при их эксплуатации, установленных регламентом видов топлива;
- организация комплексного экологического мониторинга.

В связи с тем, что источники выбросов вредных веществ являются единичными и находятся на значительном расстоянии друг от друга, ущерб воздушному бассейну незначителен и не приведет к какому-либо заметному негативному влиянию на окружающую среду.

### **3.3.2 Воздействие на гидросферу**

Проведение геологоразведочных работ сопровождается воздействием на поверхностные и подземные воды. Основными источниками воздействия на поверхностные и подземные воды являются воды, образующиеся при опытно-фильтрационных работах.

При производстве опытно-фильтрационных работ предусматривается сброс откачиваемых вод в специальную емкость, служащую для измерений дебита и в качестве отстойника. Из отстойника вода сбрасывается на рельеф. После полного осветления откачиваемая вода отводится в ближайшие водотоки. При этом загрязнение поверхностных и подземных вод не происходит. Общее количество откачиваемой воды определяется по длительности откачек и ожидаемому дебиту скважин. Средний дебит скважин предположительно составит  $200 \text{ м}^3/\text{сут}$ . Длительность откачек составляет 112 дней. Объем воды составит  $22400 \text{ м}^3$ .

Объем сброса загрязняющих веществ при среднем сухом остатке подземных вод  $0,9 \text{ г/л}$  ( $\text{кг/м}^3$ ) составит  $22400 \cdot 0,9/1000 = 20,16 \text{ т}$ .

Плата за сбросы загрязняющих веществ из подземных вод в поверхностные водотоки определяется по нормативам платы за сбросы 1 тонны сухого остатка в поверхностные и подземные водные объекты в пределах установленных допустимых нормативов сбросов (ФЗ № 7 «Об охране окружающей среды»).

Защита водных ресурсов регламентируется Водным кодексом РФ № 74-ФЗ от 03.03.2006 в ред. от 19.06.2007 г; Федеральным законом РФ от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»; Санитарными правилами «Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения» (СП 2.1.5.1059-01); «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников». (СанПиН 2.1.4.1175-02). При соблюдении требований всех вышеназванных документов ущерб подземным водам, связанный с производством геологоразведочных работ, будет минимальным.

С целью снижения отрицательного влияния проектируемых работ на поверхностные и подземные воды проектом предусмотрен ряд мероприятий. Для предотвращения загрязнения подземных вод предусмотрено устройство оголовков, устройство обсадных колонн, затрубный и башмачный тампонаж.

### **3.3.3 Воздействие на растительный и животный мир**

Работы проводятся на производственной площадке рудника «Октябрьский», вследствие чего воздействие на растительный и животный мир считается не значительным.



### **3.3.4 Утилизация отходов**

В процессе производства геологоразведочных работ происходит образование отходов производства и производственного потребления, связанных с производственной деятельностью, а также хозяйственно бытовых отходов, связанных с нахождением на территории объекта людей. К таким отходам относится бытовой мусор от жизнедеятельности, металлолом, электроды при проведении электросварочных работ, обтирочная ветошь, отработанные масла и др.

Ветошь, обтирочные материалы, отработанные масла собранные в специальные емкости утилизируются путем сжигания.

Металлолом вывозится для сдачи в специализированные организации.

Твердые бытовые отходы и производственные отходы (угольная зола, огарки электродов и др.) будут утилизироваться на временном полигоне, место для которого будет согласовано с территориальным управлением федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю.

Для предотвращения возможного загрязнения почвы и поверхностных вод при выполнении работ сброс загрязненных стоков, бытового и технического мусора в речную сеть запрещен.

Для личных нужд используются биотуалеты. Все мелкие отходы, в том числе бытовые и отверженный остаток биотуалетов, собираются в контейнеры и передаются в специализированные организации.

Таким образом, суммируя все вышесказанное можно сделать следующие выводы:

- 1) современное экологическое состояние территории нормальное;
- 2) проектные геологоразведочные работы приведут к частичным нарушениям экосистемы;
- 3) прямое воздействие на животный и растительный мир незначительное.

### **3.3.5 Мероприятия по охране окружающей среды**

Геологическая среда – неотъемлемая часть окружающей среды и биосферы, охватывающая верхние разрезы гидрогеосферы, в которую входят четыре важнейших компонента: горные породы (вместе с почвой), подземные воды, природные газы и микроорганизмы, постоянно находящихся во взаимодействии, формируя в естественных и нарушенных условиях динамическое равновесие.

Наиболее осязаемое воздействие на окружающую среду оказывают буровые и транспортные работы.

Комплекс проектируемых геолого-поисковых работ по характеру воздействия на существующую экосистему относится к незначительным,

распределенным во времени, включающий эпизодические и кратковременные.

В ходе проведения работ прогнозируется небольшое экологическое воздействие на окружающую среду, выраженное в следующем:

- воздействие на растительный и животный мир считается незначительным;
- воздействие на воздушную среду в виде пыли на открытых поверхностях и дорогах, а также выбросов вредных веществ при эксплуатации автотранспорта;
- воздействие на гидросферу выразится в воздействии на поверхностные и подземные воды вследствие проведения опытно-фильтрационных работ.

### 3.4 Мероприятия по охране труда

Все работы, предусмотренные проектом, при выполнении геологоразведочных, геофизических исследований на площади, будут выполняться в соответствии с требованиями действующих нормативных документов по охране труда и промышленной безопасности, пожарной безопасности, производственной санитарии, а также, в соответствии с действующими инструкциями по охране труда на отдельные виды работ внутриведомственными стандартами. Перечень нормативных документов по безопасности при проведении работ представлены в таблице 3.14.

Таблица 3.14 - Нормативные документы по безопасности при проведении геологоразведочных, топографо-геодезических, геофизических работ

№ п/п	Наименование нормативного документа	Организация, утвердившая документ	Издательство
1	2	3	4
1	Трудовой Кодекс РФ	№197 - ФЗ от 30.12.2001	Москва, 2005
2	Правила пожарной безопасности в Российской Федерации	ПБ 08-37-2005	Москва, 2005
3	Межотраслевые правила обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и средствами индивидуальной защиты	Министерства здравоохранения и социального развития РФ N 290н	Москва 2009 г.
4	Правила безопасности при геологоразведочных работах	Мингеологии СССР 27.03.90	Москва, "Недра", 1991
5	Межотраслевые правила при работе на высоте ПОТ Р М-012-2000	Постановление Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 4 октября 2000 г. N 68	Москва 2000 г

Перед проведением полевых работ должен быть:

- разработан приказ или распоряжение на проведение полевых работ и назначены ответственные лица;
- разработано техническое задание (геологический проект);
- составлен перечень оборудования, инструмента, снаряжения и средств безопасности в наличии;
- определен вид доставки персонала к месту проведения работ.

До начала полевых работ, кроме профессиональной подготовки каждый работник должен:

- иметь медицинский допуск на выполнение полевых работ;
- пройти инструктаж по технике безопасности, охране труда, пожарной безопасности, действиям в чрезвычайной ситуации;
- пройти обучение по оказанию первой доврачебной помощи;
- иметь (при необходимости) профилактические прививки;
- пройти обучение по мерам предосторожности от опасной флоры и фауны;
- ознакомится с рисками при выполнении полевых работ.

Все предусмотренные проектом виды работ будут осуществляться в соответствии с Едиными правилами безопасности на геологоразведочных работах (1993 г.) и Правилами пожарной безопасности для геологоразведочных организаций и предприятий (ПК 08-37-2005).

Перед выездом на участок составляется «Акт проверки готовности партии к выезду на полевые работы». Акт утверждается руководителем предприятия за месяц до начала работ. В акте указываются условия проведения работ, состав отряда, прохождение инструктажа и обучение персонала безопасным методам ведения работ, обеспеченность отряда снаряжением, средствами ТБ и радиосвязью, наличие медикаментов. Здесь же освещаются вопросы по охране труда, технике безопасности и противопожарной безопасности, утверждается график выезда на полевые работы, приводятся предложения и заключения комиссии о готовности персонала к выполнению работ. Приказом назначается ответственный за соблюдение правил ТБ на участке. На производство работ с повышенной опасностью выдается наряд-задание.

### **3.4.1 Мероприятия по безопасности движения**

Автомашины должны быть технически исправны и перед каждым рейсом должны проверяться с занесением результатом осмотра в путевой лист. При проведении геологоразведочных работ в рамках проекта предусмотрено использование только автомобильного транспорта. Наряду с соблюдением требований пожарной безопасности при ГРП для транспортных работ, все транспортные работы будут выполняться с соблюдением требований «Правил дорожного движения», «Правил по охране труда на автомобильном транспорте».

### **3.4.2 Мероприятия на буровых работах**

Буровые работы выполняются согласно ПБ ГРР 1990 г (раздел 5), и соответствующих инструкций. При производстве буровых работ необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

- к управлению механизмами допускаются лица, прошедшие инструктаж и имеющие соответствующее удостоверение;
- до начала работ проверяется исправность механизмов;
- все рабочие и специалисты при бурении скважин должны работать в защитных касках;
- бурение скважины разрешается только после оформления акта о приеме буровой установки в эксплуатацию;
- перекрепление механического патрона шпинделя станка производится только после полной остановки шпинделя;
- работы по свинчиванию и развинчиванию коронок, извлечение керна из колонковой трубы, замена переходников и шламовой трубы производится на приемном мосту;
- работы по ликвидации аварий в скважине производятся под руководством бурового мастера, который перед началом работы проверяет исправность всех систем;
- при ликвидации аварий, связанных с прихватом бурильных труб в скважине, запрещается: одновременная работа лебедки и гидравлика станка, а также домкрата и лебедки станка; применение винтовых домкратов.

Буровые работы будут проводиться только при наличии геолого-технических нарядов с разработанной технологией бурения. Предусматривается применение приборов, контролирующих режимы бурения, внедрение передовой технологии бурения, средств механизации нового оборудования и своевременной выбраковки износившегося инструмента.

После окончания бурения и проведения необходимых исследований скважины оборудуются оголовком.

### **3.4.3 Мероприятия по пожарной безопасности**

Все производственные объекты обеспечиваются противопожарным инвентарем, средствами индивидуальной защиты, инструкциями по противопожарной безопасности. Необходимо назначить лицо, ответственное за противопожарную безопасность. Транспортные средства с дизельными двигателями будут оборудованы искрогасителями.

## **4 Производственно-техническая часть**

### **4.1 Подготовительный период и проектирование работ**

Для выполнения задач подготовительного периода предусматривается комплекс камеральных работ, в который входит сбор информации из фондовых материалов, систематизация полученных сведений, составление текстовой части проекта путем написания и ввода в электронные носители информации.

В целом продолжительность подготовительного периода и проектирования составляет – 1 месяц. Расходы и состав исполнителей на проектирование приведены в приложении СМ 6. Согласно инструкции, состав исполнителей для проектирования: начальник партии–1 чел, главный геолог– 1 чел, гидрогеолог I категории–2 чел, геолог – 1 чел, экономист – 1 чел.

#### **4.1.1 Рекогносцировочное обследование**

Рекогносцировочное обследование территории включает в себя наземные гидрогеологические маршруты и проводится с целью визуального исследования участка проектируемых работ. Рекогносцировочные работы будут выполняться в течение трех дней. Применяется прерывный односменный режим работы, 8-ми часовой рабочий день. Расчет затрат времени и труда на производство работ приведен в таблице 4.1.Списочный состав исполнителей определяется расчетом по формуле:

$$Ч = З_{тр} / (Т_{эф} \cdot 0,91) \quad (4.1)$$

где Ч – среднесписочный состав работающих, чел;

$З_{тр}$  – затраты труда по нормативам ССН на производство заданного объема основных и сопутствующих работ, чел/дн;

$Т_{эф}$  – эффективный фонд рабочего времени работающего, дн.;

0,91 – коэффициент, учитывающий неявки по причинам, которые предусмотрены кодексом законов о труде.

$$Ч = 2,51 / (20,75 \cdot 0,1 \cdot 0,91) = 2 \text{ человека}$$

Проведение данного вида работ будут осуществлять 2 человека: гидрогеолог I категории и рабочий на геолого-съёмочных работах 3-го разряда.

## 4.2 Полевые работы

Главными задачами полевого периода является оценка современных гидрогеологических условий и фильтрационных параметров геологического разреза участка шахтных стволов ГС-ВЗС-ВСС Октябрьского месторождения медно-никелевых руд. Согласно геологическому заданию работы будут проводиться в течение 5 месяцев (май 2019 г – сентябрь 2019 г). Для выполнения поставленной задачи проектом запланировано проведение буровых работ, геофизических исследований в скважинах, опытно-фильтрационных работ, гидрохимического опробования и лабораторных исследований.

### 4.2.1 Бурение гидрогеологических скважин

Проектом предусматривается бурение 17-ти разноглубинных скважин колонковым способом буровой установкой LF-90D.

При буровых работах применяется непрерывный режим работы, длительность смены 12 часов. Продолжительность работ 5 месяцев. Расчет затрат времени и труда на производство работ приведен в таблице 4.2.

Количество одновременно бурящих установок, а, следовательно, количество работающих бригад рассчитывают следующей формуле:

$$n = Z_{\text{вр}} / (T_{\text{реж}} \cdot K_{\text{м}}), \quad (4.2)$$

где  $n$  – количество звеньев;

$Z_{\text{вр}}$  – затраты времени на проведение данного вида работ, ст-см;

$T_{\text{реж}}$  – срок проведения работ по проекту в рабочих днях по установленному режиму работы; количество месяцев на работу - 5; количество рабочих дней в месяце равно 25,4;

$K_{\text{м}}$  – коэффициент машинного времени,  $K_{\text{м}} = 0,9$ .

$$n = 920,2 / (102 \cdot 5 \cdot 0,9) = 2 \text{ установки}$$

Планируемая скорость проходки в месяц определяется, исходя из расчетного времени их проведения и режима производства работ по формуле:

$$C_{\text{пл}} = (Q \cdot T_{\text{м}}) / Z_{\text{вр}} \quad (4.3)$$

где  $C_{\text{пл}}$  – скорость проходки, м/мес.;

$Q$  – проектируемый объем работ;

Таблица 4.1 – Расчёт затрат времени и труда на рекогносцировочные работы

Вид работ по условиям проведения	Единицы измерения	Объем			Затраты времени (см.)				Затраты труда (чел./см.)		
		Всего	В том числе		№табл., ССН-92, номер выпуска	норма на единицу	Коэффициент отклонения от нормальных условий	на весь объем	№табл., ССН-92, номер выпуска	норма на единицу	на весь объем
			в нормализованных условиях	с отклонением от нормальных условий							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Рекогносцировочное обследование	10 км	1	1		ССН-92, табл.80, вып.1.2	1,14		1,14	ССН-92, табл.71, вып.1.2	2,2	2,51
<b>Итого</b>								<b>1,14</b>		<b>2,2</b>	<b>2,51</b>

Таблица 4.2 – Расчёт затрат времени и труда на производство буровых работ

Вид работ по условиям проведения	Единицы измерения	Объем			Затраты времени (ст.-см.)				Затраты труда (чел./дн.)		
		Всего	В том числе		№табл., ССН-92, номер выпуска	норма на единицу	Коэффициент отклонения от нормальных условий	на весь объем	№табл., ССН-92, номер выпуска	норма на единицу	на весь объем
			в нормализованных условиях	с отклонением от нормальных условий							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Колонковое бурение скважин с поверхности земли колонковым способом буровой установкой LF-90D по категориям:	1 м	4376			ССН-92, табл.10, вып.5				ССН-92, табл.14, 16, вып.5	0,51 3,5	3221,03
IV			255			0,06		15,3			
V			631			0,11		69,41			
VI			1262			0,16		201,92			
VII			1850			0,22		407			
IX			378			0,29		109,62			
<b>Итого</b>								<b>803,25</b>		<b>4,01</b>	<b>3221,03</b>

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Монтаж, демонтаж, перевозка буровой установки с мачтой (один блок) (в летнее время), на первый км	1 м.-д.	17	17		СШ-92, табл. 81, вып. 5	2,2		37,4	СШ-92, табл. 82, вып. 5	5,03 1,12	230,01
<b>Итого</b>								<b>37,4</b>		<b>6,15</b>	<b>230,01</b>
Крепление скважин обсадными трубами и их извлечение	100 м	30,79	3079		СШ-92, табл. 72, вып. 5				СШ-92, табл. 80, вып. 5	3,17	84,89 142,49
спуск						0,87		26,78			
извлечение						1,46		44,95			
<b>Итого</b>								<b>71,73</b>		<b>3,17</b>	<b>227,38</b>
Цементирование колонны обсадных труб	1 цементи-рование	17	17		СШ-92, табл. 67, вып. 5	0,46		7,82	СШ-92, табл. 80, вып. 5	3,17	24,79
<b>Итого</b>								<b>7,82</b>			<b>24,79</b>
Установка фильтровых колонн	1 установка	6	6		СШ-92, табл. 77, вып. 5	1,64		9,84	СШ-92, табл. 80, вып. 5	1,0	9,84
<b>Итого</b>						<b>1,64</b>		<b>9,84</b>			<b>9,84</b>
<b>Итого на буровые работы</b>								<b>930,04</b>			<b>3713,05</b>



$T_m$  – месячный фонд рабочего времени в днях по установленному режиму работы, дн.

$$C_{пл} = 4376 \cdot 102 / 930,04 = 479,7 \text{ м/мес.}$$

Списочный состав исполнителей рассчитывается по формуле 4.1:

$$Ч = 3713,05 / (127 \cdot 0,91) = 30 \text{ человек}$$

Проектом предусматривается задействовать 4 бригады в количестве 6 человек в каждой, работающих вахтовым методом. Состав звена: машинист БУ-1, помощник машиниста-2, водитель-1. За каждой работающей бригадой закреплен буровой мастер и техник-гидрогеолог.

#### **4.2.2 Геофизические исследования в скважинах**

Для литологического расчленения разреза, оценки гидрогеологических параметров, а также для определения зон водопритоков и поглощений подземных вод, в скважинах будет выполнен комплекс геофизических исследований (ГИС), включающий в себя следующие виды: гамма-каротаж (ГК), каротаж сопротивления (КС), кавернометрия (КМ), термометрия (ТМ), резистивиметрия (РЕЗ), расходомерия (РМ) в стационарном и динамическом режиме и инклинометрия (ИК).

Геофизические исследования предусмотрено проводить специализированными организациями на договорной основе.

#### **4.2.3 Опытно-фильтрационные работы**

После окончания бурения и проведения геофизических исследований в скважинах, проектом предусматривается проведение опытнo-фильтрационных работ (ОФР) для определения фильтрационных параметров водоносных горизонтов. Опытные откачки из одиночных скважин необходимо провести во всех 17-ти скважинах. Также предусматривается проведение одной кустовой откачки.

В состав опыта входит:

- подготовка, ликвидация откачек и прокачек;
- проведение прокачек;
- проведение пробных одиночных откачек;
- восстановление уровня;
- проведение кустовой откачки;
- восстановление уровня.

При ОФР применяется непрерывный режим работы, длительности смены 12 часов. Расчёт затрат времени и труда на производство опытнo-фильтрационных работ представлен в таблице 4.3. Списочный состав исполнителей определяется по формуле 4.1:

$$Ч = 504,94 / (127 \cdot 0,91) = 4 \text{ человека}$$

Опытно-фильтрационные работы будут осуществляться буровой бригадой и двумя отрядами гидрогеологов по 2 человека в каждой.

#### **4.2.4 Режимные наблюдения**

Режимные наблюдения включают в себя еженедельные замеры уровня и температуры подземных вод в скважинах и отбор проб воды один раз в месяц. Отбор проб будет осуществляться погружным скважинным насосом Grundfos SQ 3-105.

Наблюдения будут проводиться штатным гидрогеологом рудника «Октябрьский». Продолжительность режимных наблюдений – время отработки рудника.

#### **4.2.5 Гидрохимическое опробование**

Отбор проб подземных вод предусматривается для определения химического состава подземных вод. Всего будет отобрано 20 проб подземных вод на полный химический анализ.

Расчет затрат времени и труда на производство опробования подземных вод приведены в таблице 4.4. Списочный состав исполнителей:

$$Ч = 1,46 / (103,75 \cdot 0,91) = 1 \text{ человек.}$$

Отбор проб подземных вод будет осуществлять техник-гидрогеолог.

#### **4.2.6 Лабораторные работы**

Проектом предусмотрено определение химического состава 20 проб подземных вод. Лабораторные работы включают в себя проведение полного химического анализа подземных вод, определение агрессивности, содержания взвешенных веществ и нефтепродуктов.

Расчет затрат времени и труда на производство лабораторных работ приведены в таблице 4.5. При производстве лабораторных работ будет применяться прерывный односменный режим работы, 8-ми часовой рабочий день. Списочный состав исполнителей:

$$Ч = 1,121 / (103,75 \cdot 0,91) = 1 \text{ бригада}$$

Лабораторные исследования будет осуществлять 1 бригада, в состав которой входит 4 человека.

#### **4.2.7 Топографо-геодезические работы**

Топографо-геодезические работы будут выполняться в течение двух дней. Применяется прерывный односменный режим работы, 8-ми часовой рабочий день.

Объемы работ приведены в таблице 4.6. Списочный состав исполнителей определяется по формуле 4.1:

$$Ч = 0,25 / (20,75 \cdot 0,1 \cdot 0,91) = 1 \text{ отряд}$$

Проведение данного вида работ будут производить 2 человека: техник-геодезист I категории и замерщик 3 разряда.

#### **4.3 Организация и ликвидация полевых работ**

Продолжительность периодов организации и ликвидации полевых работ – по 0,5 месяцев. Период организации предшествует полевым работам. В это время осуществляется укомплектование партии инженерно-техническим персоналом, подбирается необходимая аппаратура, оборудование и транспортные средства.

Ликвидация полевых работ выполняется вследствие завершения и включает мероприятия по вывозу проб, мероприятий по охране недр и окружающей среды.

Затраты на ликвидацию полевых работ определяются согласно «Инструкции по составлению сметы» и с учетом поправочного коэффициента на работы в районах, приравненных к Крайнему Северу составляют: на организацию полевых работ – 3,0 %, на ликвидацию – 2,4 % от суммы полевых работ.

#### **4.4 Камеральные работы**

Камеральные работы будут проводиться после полевых работ в течение 2 месяцев с целью обобщения всех материалов, полученных в результате проведения работ.

Полевая камеральная обработка включает в себя систематизацию и предварительную обработку результатов опытно-фильтрационных работ.

Окончательная камеральная работа проводится с целью полного оформления полученного материала и составления геологического отчета.

Сметная стоимость камеральных работ приведена в СМ-6.

Таблица 4.3 – Расчёт затрат времени и труда на производство опытно-фильтрационных работ

Вид работ по условиям проведения	Единицы измерения	Объем			Затраты времени (см.)				Затраты труда (чел./см.)		
		Всего	В том числе		№табл., ССН-92, номер выпуска	норма на единицу	Коэффициент отклонения от нормальных условий	на весь объем	№табл., ССН-92, номер выпуска	норма на единицу	на весь объем
			в нормализованных условиях	с отклонением от нормальных условий							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Подготовка и ликвидация прокачек	1 п.-л	17	17		ССН-92, табл.3, вып.1.4	1,09		18,53	ССН-92, табл.8, вып.1.4	3,4	63
<b>Итого</b>								<b>18,53</b>		<b>3,4</b>	<b>63</b>
Подготовка и ликвидация одиночных откачек	1 п.-л	17	17		ССН-92, табл.5, вып.1.4	1,43		24,31	ССН-92, табл.8, вып.1.4	4,51	109,64
<b>Итого</b>								<b>24,31</b>		<b>4,51</b>	<b>109,64</b>
Проведение прокачек эрлифтной установкой	опыт	17	17		ССН-92, табл.3, вып.1.4	1,14		19,38	ССН-92, табл.8, вып.1.4	2,02	39,15
<b>Итого</b>								<b>19,38</b>		<b>2,02</b>	<b>39,15</b>
Наблюдение за восстановлением уровня после прокачек	восстан	17	17		ССН-92, табл.5, вып.1.4	3,43		58,31	ССН-92, табл.8, вып.1.4	1,02	59,48
<b>Итого</b>								<b>58,31</b>		<b>1,02</b>	<b>59,48</b>
Проведение опытных одиночных откачек воды центробежным скважинным насосом	опыт	17	17		ССН-92, табл.5, вып.1.4	3,43		58,31	ССН-92, табл.8, вып.1.4	2,02	117,79
<b>Итого</b>								<b>58,31</b>		<b>2,02</b>	<b>117,79</b>
Наблюдение за восстановлением уровня после одиночных откачек	восстан.	17	17		ССН-92, табл.5, вып.1.4	3,43		58,31	ССН-92, табл.8, вып.1.4	1,02	59,48
<b>Итого</b>								<b>58,31</b>		<b>1,02</b>	<b>59,48</b>

Продолжение таблицы 4.3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Проведение кустовой откачки	опыт	1	1		ССН-92, табл.5, вып.1.4	51,45		51,45	ССН-92, табл.8, вып.1.4	2,02	103,93
<b>Итого</b>								<b>51,45</b>		<b>2,02</b>	<b>103,93</b>
Наблюдение за восстановлением уровня после кустовой откачки	восстан.	1	1		ССН-92, табл.5, вып.1.4	10,29		10,29	ССН-92, табл.8, вып.1.4	1,02	10,5
<b>Итого</b>								<b>10,29</b>		<b>1,02</b>	<b>10,5</b>
Прокладка и разборка временного водовоотвода из труб	100 м труб	17	17		ССН-92, табл.55, вып.1.4	1,391		23,65	ССН-92, табл.60, вып.1.4	0,051	1,21
<b>Итого</b>								<b>23,65</b>		<b>0,051</b>	<b>1,21</b>
Оборудование оголовка буровой скважины	оборуд-е 1-го оголовка	17	17		ССН-92, табл.59, вып.1.4	0,20		3,4	ССН-92, табл.60, вып.1.4	0,07	0,238
<b>Итого</b>								<b>3,4</b>		<b>0,07</b>	<b>0,238</b>

Таблица 4.4 – Расчёт затрат времени и труда на отбор проб подземных вод

Вид работ по условиям проведения	Единицы измерения	Объем			Затраты времени (см.)				Затраты труда (чел./см.)		
		Всего	В том числе		№табл., ССН-92, номер выпуска	норма на единицу	Коэффициент отклонения от нормальных условий	на весь объем	№табл., ССН-92, номер выпуска	норма на единицу	на весь объем
			в нормализованных условиях	с отклонением от нормальных условий							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Отбор проб подземных вод	проба	20	20		ССН-92, табл.50, вып.1.4	0,27		5,4	ССН-92, табл.50, вып.1.4	0,27	1,46
<b>Итого</b>								<b>5,4</b>		<b>0,27</b>	<b>1,46</b>

Таблица 4.5 – Расчёт затрат времени и труда на лабораторные работы

Вид работ по условиям проведения	Единицы измерения	Объем			Затраты времени (бр-час.)				Затраты труда (бр/мес.)		
		Всего	В том числе		№табл., ССН-92, номер выпуска	норма на единицу	Коэффициент отклонения от нормальных условий	на весь объем	№табл., ССН-92, номер выпуска	норма на единицу	на весь объем
			в нормализованных условиях	с отклонением от нормальных условий							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вкус, запах, мутность, цветность	проба	20	20		ССН-92, табл.1.3, вып.7	0,07		1,4	ССН-92, табл.1.5, вып.7	1,36	0,011
Взвешенные вещества	проба	20	20			0,18		3,6			0,029
Сухой остаток	проба	20	20			0,19		3,8			0,031
Окисляемость	проба	20	20			0,14		2,8			0,023
Аммоний	проба	20	20			0,33		6,6			0,053
Нитраты	проба	20	20			0,35		7,0			0,056
Нитриты	проба	20	20			0,11		2,2			0,017
Водородный показатель (рН)	проба	20	20			0,07		1,4			0,011
Гидрокарбонаты	проба	20	20			0,16		3,2			0,026
Двуокись углерода агрессивная	проба	20	20			0,14		2,8			0,023
Двуокись углерода свободная	проба	20	20			0,13		2,6			0,021
Железо закисное	проба	20	20			0,08		1,6			0,013
Железо общее	проба	20	20			0,14		3,2			0,026
Жесткость общая	проба	20	20			0,18		3,6			0,029
Жесткость устранимая	проба	20	20			0,14		2,8			0,023
Калий	проба	20	20			0,20		4,0			0,032
Кальций	проба	20	20			0,10		2,0			0,016
Магний	проба	20	20			0,10		2,0			0,016
Натрий	проба	20	20			0,18		3,6			0,029

Продолжение таблицы 4.5.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сульфаты	проба	20	20			0,32		6,4			0,051
Хлор	проба	20	20			0,24		4,8			0,039
Марганец	проба	20	20			0,12		2,4			0,019
Медь	проба	20	20			0,20		4,0			0,032
Никель	проба	20	20			0,55		11,0			0,089
Кобальт	проба	20	20			0,90		18,0			0,145
Титан	проба	20	20			0,19		3,8			0,031
Стронций	проба	20	20			0,41		8,2			0,066
Барий	проба	20	20			0,12		2,4			0,019
Бром	проба	20	20			0,19		3,8			0,031
Нефтепродукты	проба	20	20			0,71		14,2			0,114
<b>Итого</b>								<b>139,2</b>		<b>1,36</b>	<b>1,121</b>

Таблица 4.6 – Расчёт затрат времени и труда на топографо-геодезические работы

Вид работ по условиям проведения	Единицы измерения	Объем			Затраты времени (бр-дни.)				Затраты труда (чел-дни.)		
		Всего	В том числе		№табл., ССН-92, номер выпуска	норма на единицу	Коэффициент отклонения от нормальных условий	на весь объем	№табл., ССН-92, номер выпуска	норма на единицу	на весь объем
			в нормализованных условиях	с отклонением от нормальных условий							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Привязка устьев скважин	точка	17	17		ССН-92, табл.48, вып.9	0,04		1,4	ССН-92, табл.51, вып.9	0,36	0,25
<b>Итого на топографо-геодезические работы</b>								<b>0,68</b>			<b>0,25</b>

#### **4.5 Транспортировка грузов и персонала**

Транспортировка грузов и персонала с промышленной площадки рудника «Октябрьский» до р-на Талнах г. Норильска будет осуществляться автомобильным транспортом. Предусматривается транспортировка грузов и персонала на всем протяжении полевых работ.

Затраты на транспортировку грузов и персонала предусматриваются в размере 10 % от стоимости полевых работ.

#### **4.6 Календарный график выполнения геологического задания**

На основании технико-экономических показателей (ТЭП), продолжительности производства проектируемых работ и возможного совмещения их во времени составляется календарный план выполнения геологического задания, который представлен в таблице 4.6.



Таблица 4.6 – Календарный график проведения работ

Виды работ	Единицы измерения	Объем работ	2019 год									
			Месяцы									
			март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	
Подготовительный период и проектирование работ	мес	1										
Организация полевых работ	мес	1										
Бурение гидрогеологических скважин	п.м	4376										
Геофизические работы	п.м	10976										
Опытно-фильтрационные работы	опыт	18										
Гидрохимическое опробование	проба	20										
Топографо-геодезические работы	точка	17										
Ликвидация полевых работ	мес	1										
Лабораторные работы	проба	20										
Камеральные работы	мес	2										
Транспортировка грузов и персонала	мес	6										

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Основной задачей проекта является оценка современных гидрогеологических параметров геологического разреза участка шахтных стволов ГС-ВЗС-ВСС рудника «Октябрьский».

В общей части проекта рассмотрены геологические и гидрогеологические особенности строения района работ.

В специальной части проанализированы ранее проведенные исследования, рассмотрено гидрогеологическое строение участка работ, исследованы особенности химического состава рудничных вод.

В проектной части в соответствии с поставленными задачами был разработан комплекс работ, который включает в себя: подготовительный период, рекогносцировочное обследование территории, бурение гидрогеологических скважин, геофизические исследования в скважинах, опытно-фильтрационные работы, режимные наблюдения, гидрохимическое опробование, топографо-геодезические, лабораторные и камеральные работы.

В производственно-технической части рассчитаны затраты времени и труда на проектируемые работы и определена их сметная стоимость с учетом индексов изменения сметной стоимости на 2017 год. Срок выполнения проектируемых работ – 9 месяцев. Затраты на проведение работ составят 45 651 693,4 рублей.

По результатам проектируемых работ будут изучены современные гидрогеологические условия и фильтрационные параметры рудника «Октябрьский». В конечном итоге должны быть разработаны мероприятия по поддержанию стволов ГС-ВЗС-ВСС в рабочем состоянии и снижению поступления или отведения подземных вод из околоствольного пространства.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

### А. Опубликованная литература

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л: Гидрометеоиздат, 1953, - 295 с.
2. Башкатов А.Н., Тесля А.Г. Гидрогеологические наблюдения при бурении и опробовании скважин на воду. – М: Недра, 1970. – 145 с.
3. Башкатов Д.Н., Роговой В.Л. Бурение скважин на воду. – М: Колос, 1976. – 206 с.
4. Бондаренко С.С., Гавич И.К., Язвин Л.С. Основы гидрогеологии. Гидрогеохимия. – Новосибирск: Наука, 1983. – 242 с.
5. Боровский Б.В. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек / Б.В. Боровский, Б.Г. Самсонов, Л.С. Язвин. – М: Недра, 1973, 304 с.
6. Гринбаум И.И. Расходомерия гидрогеологических и инженерно-геологических скважин. – М: Недра, 1975. – 271 с.
7. Емлин Э.Ф. Техногенез колчеданных месторождений Урала. – Свердловск: Изд-во УрГУ, 1991, - 256 с.
8. Инструкция по топографо-геодезическому и навигационному обеспечению геологоразведочных работ. - Новосибирск, СНИИГГиМС, 1997. – 106 с.
9. Кашковский Г.Н. Изучение гидрогеологических и инженерно-геологических условий месторождений твердых полезных ископаемых. – М: Недра, 1986. – 172 с.
10. Климентов П.П., Кононов В.М. Методика гидрогеологических исследований: Учебник для геологоразведочных и горных вузов и факультетов. – М: Высш. школа, 1978. – 408 с.
11. Кузькин В.И., Самсонов Б.Г., Роосман Г.И. и др. Инженерно-геологические, гидрогеологические и геоэкологические исследования при разведке и эксплуатации рудных месторождений. – М: Недра, 2002. – 119 с.
12. Посохов Е.В., Прокофьева Н.М. Гидрогеохимия подземных вод. – Новочеркасск: Изд-во Новочеркасского ПИ, 1978. – 86 с.
13. Справочное руководство гидрогеолога. Т. 1, 2 / Под ред. В.М. Максимова. – Л: Недра, 1979. – 130 с.
14. СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии». Актуализированная редакция СНиП 2.03.11 – 85. Москва, 2012
15. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология. – М: Недра, 1996, - 423 с.

### Б. Фондовая литература

16. Вожов В.И., Кузьмин Е.Е. и др. Отчет о результатах гидрогеологической съемки масштаба 1:200 000 в Норильско-Талнахском промышленном районе за 1964-1966 гг. - Норильск, 1966 г., Фонды ПГП

«Норильскгеология».

17. Голодковская Г.А. Инженерно-геологические условия Талнахского рудного узла. - НКГРЭ, 1975, Фонды ПГП «Норильскгеология».

18. Ермак Ю.А. Ведение мониторинга геологической среды (МГС) в Норильском промышленном районе за 1998 г, Фонды ПГП «Норильскгеология».

19. Ермак Ю.А. Ведение мониторинга геологической среды (МГС) в Норильском промышленном районе за 1998 г, Фонды ПГП «Норильскгеология».

20. Ермак Ю.А. Сводный отчет по ведению государственного мониторинга геологической среды (ГМГС) в Таймырском автономном округе за 1995-97 гг., Фонды ПГП «Норильскгеология».

21. Келеп Г.П., Тетерюк В.А., Яруллин Т.Н. Отчет о поисках и поисково-оценочных работах в долине реки Хараелах на пресные подземные воды в период 1996-1999 г.г., Фонды ПГП «Норильскгеология».

22. Кириенко Е.Е., Яковлев А.О., Королева С.В. Отчет по изучению режима, баланса подземных вод, геокриологических условий в Норильском районе в 1991-1994 гг. - Норильск, 1995, Фонды ПГП «Норильскгеология».

23. Ковпий А.Н. Заключение о результатах гидрогеологических работ по разведочной скважине ГО-1. - Норильск, 2014

24. Ковпий А.Н. Отчет «Комплексная гидрогеологическая и инженерно-геологическая съемка м-ба 1:200000 (Листы R-45-79-82; 91-94; 103-106; 115-118) за 1993-1999 гг.». - Талнах, 2000 г.

25. Маркович Р.Я., Чанова Г.П., Лазарев В.А. Изучение гидрогеологических условий эксплуатации Талнахского и Ергалахского месторождений подземных вод (тематические работы). - Норильск, Геол. отдел НГМК, 1986, Фонды ПГП «Норильскгеология».

26. Михалев Г.А., Кузьмин Е.Е. Гидрогеологические условия и оценка запасов подземных вод Ергалахского месторождения. - Норильск, 1974, Фонды ПГП «Норильскгеология».

27. Отчет о ведении государственного мониторинга состояния недр территории Таймырского (Долгано-Ненецкого) автономного округа в 2004 г. - Норильск, 2004

28. Петров С.И., Ивушкин Н.Н. Отчет о результатах комплексных аэрогеофизических работ (аэромагнитная съемка и ДИП-А) на участке Пясино. – М: ГНПП «Аэрогеофизика», 1994.

29. Петров С.И. Отчет о работах по подготовке геофизической основы для ГИЧ-200 на Дудинской площади. – М: ГНПП «Аэрогеофизика», 1997.

30. Рогинец И.Н. и др. Гидрогеологические условия и оценка эксплуатационных запасов подземных вод Талнахского месторождения. Отчет, Норильск, 1972, Фонды ПГП «Норильскгеология».

31. Санфиоров А.И. Отчет по первому этапу работ «Изучение гидрогеологических условий в районе шахтных стволов ГС-ВЗС-ВСС рудника «Октябрьский», разработка рекомендаций по уменьшению

водопритоков в горные выработки при ведении горных работ». - Пермь, 2014

32. Струнин Б.М. Геологическое строение и полезные ископаемые Норильского района. Отчет о геологическом доизучении масштаба 1:200 000 Норильской площади в 1982-1987 гг. - Норильск, 1987, Фонды ПГП «Норильскгеология».

33. Цывьян Л.К. Геологическое строение и гидрогеология района Талнахского месторождения сульфидных медно-никелевых руд. - НКГРЭ, 1965, Фонды ПГП «Норильскгеология».

34. Яковлев А.О., Маркович Р.Я. Отчет о гидрогеологических исследованиях на Талнахском и Ергалахском месторождениях подземных вод с переоценкой запасов на участках действующих водозаборов (по состоянию 01.01.97). - Норильск, НКГРЭ, 1997, Фонды ПГП «Норильскгеология».